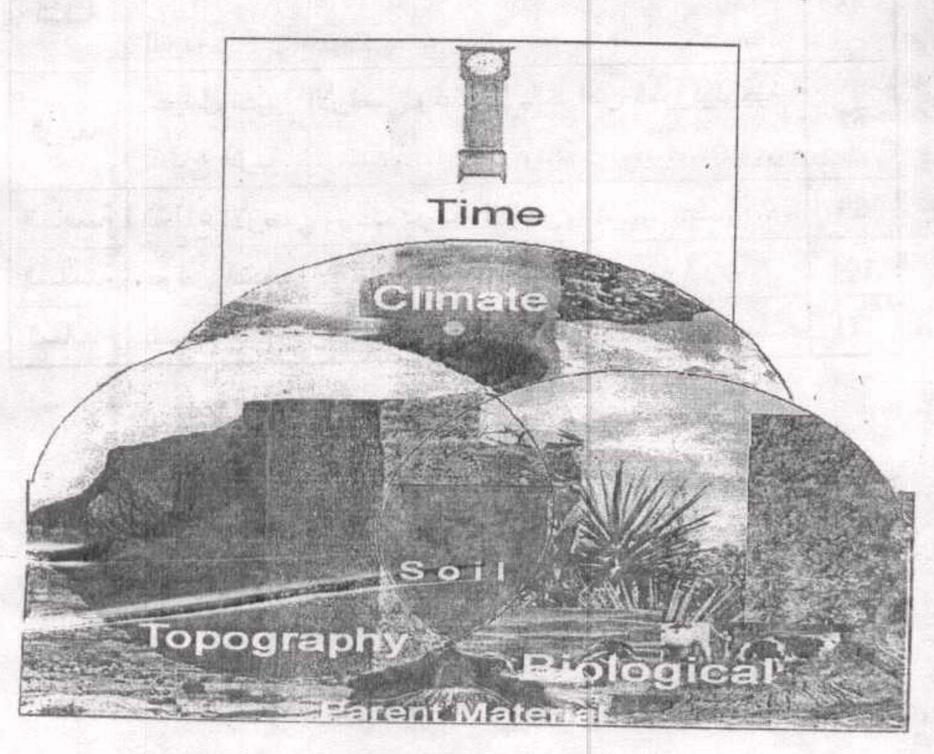



كلية الزراعة
قسم الأراضي


# محاضرات
# في
# تكوين وتقسيم وتصنيف الأراضي





إعداد

**دكتور خالد حسن الحامدي**

أستاذ الأراضي- جامعة المنصورة


2007

## المحتويات

# مقدمة

تعنى الدراسة البيدولوجية دراسة الأرض كجسم طبيعى فى وضعه أو فى مكانه الطبيعى, ويقصد بذلك دراسة الأرض كوحدة طبيعية من وجهة منشأها وتكوينها وتوزيعها, تبعا لعوامل تكوينها المختلفة, وذلك من خلال عمليات تكوين الأراضى المختلفة والتى تنعكس فى قطاع التربة على هيئة صفات يمكن دراسة معظمها فى الحقل وتسمى صفات الأرض المورفولوجية **Morphological Soil Properties** وهى الصفات التى يمكن دراستها فى الحقل باستخدام الخواص الطبيعية للانسان كالنظر, واللمس, والشم, والسمع وأحيانا التذوق مع الاستعانة ببعض الأدوات أو الوسائل البسيطة كأدوات الحفر وبعض الكيماويات التى تتناسب مع طبيعة الدراسة الحقلية.أى أن الدراسة المورفولوجية هى احدى طرق الدراسة العلمية التى تحتاج الى مهارة وممارسة واستعداد طبيعى ومقدرة على دقة الملاحظة والوصف والتسجيل بكلمات أو تعبيرات يمكن أن تنقل صورة واضحة عن تلك المظاهر والملامح التى تعكس أهم صفات الأرض فى وضعها الطبيعى وهو الحقل سواء أكانت هذه الصفات طبيعيه أو كيماوية أو معدنية أو بيولوجية, وما اعترى هذه الصفات من تغييرات بيئيه أو محلية نتيجة لحدوث عمليات تكوين أراضى معينة وما تولد عنها من تفاعلات وتغيرات وعمليات ونقل وترسيب أدت الى تمييز الآفاق المختلفة خلال قطاع التربة.

هذه الدراسة المورفولوجية رغم أنها احدى وسائل دراسة الأرض, الا أنه لا يمكن الاستغناء عنها أو استبدالها بوسائل أخرى حيث أنها تعطى معلومات وتوضح صفات أساسية للأرض فى مكانها الطبيعى لا يمكن تحديدها بأى وسيلة مهما بلغت دقتها, ويكفى أن تأخذ واحدة كصفة تمييز الآفاق والتى يستحيل دراستها أو تحديدها الا بالطريقة المورفولوجية وسيتضح لنا فيما بعد أهمية صفة تمييز الآفاق, ويكفى أن نقول: انها تعتبر الركيزة الأولى والأساسية فى تقسيم الأراضى **Soil Classification** والتى زادت أهميتها القصوى حيث تعتبر حاليا أساس التقسيمات الحديثة التى تبدأ

وتعتمد على ما يعرف بآفاق الأرض التشخيصية **Diagnostic Soil Horizons** والتى يستحيل تحديدها الا بالدراسة المورفولوجية.

استخدام الأفق التشخيصي بخصائصه المحددة والمقاسة هو المعيار أو الوسيلة للتعرف على نوعية الأرض ومكانها فى التقسيم بطريقة منطقية محددة لا مجال فيها للمناقشات أو الاجتهادات النظرية بين المدارس المختلفة, والتى أدت ولزمن طويل الى تعقيد المفاهيم البيدولوجية وما يستتبعها من نظريات وتقسيمات على أسس مختلفةومتباينة شكليا مما جعل تطبيق هذه التقسيمات قاصرا.

ويجب أن ننوه أن الدراسة البيدولوجية تحتاج الى التحليلات المعملية لاستكمال أو لتوضيح كثيرا من الخصائص أو العلاقات التى لا يمكن توضيحها مورفولوجيا.كما أن الدراسة المورفولوجية تهم معظم المجالات أو الفروع الأخرى, ويكفى أنها تعتبر من أساسيات تقسيم الأراضى الذى يبنى عليه تصنيف الأراضى من الوجهة الزراعية والانتاجية والذى يعرف باسم **Land evaluation** والذى يعتبر واحدا من الأهداف الرئيسية لدراسة علوم الأراضى, حيث يحدد نوعية الأرض كبيئة لنمو النباتات ودرجة انتاجيتها وكفاءتها من الوجهة الاقتصادية.

# أهداف المقرر

## Course objectives

**I- الأهداف العامة للمقرر الدراسي:**

**هذا المقرر تم إعداده ليتناسب مع البرنامج الدراسي لشعبة علوم الأراضي (الصف الثالث) ويهدف بصفه أساسية إلي:**

1. تنمية مهارات الدارسين في مجال علوم الأراضي لتفهم دور عوامل وعمليات التكوين في التأثير على خصائص التربة .
2. ليتفهم الطالب بشكل صحيح العوامل البينية المختلفة وعلاقتها بتطور الاراضي .
3. زيادة قدرة الدارسين علي تفهم عمليات نشؤ الأرض وعلاقة ذلك بتقسيم الأراضي.
4. ليكون الطالب قادراً علي الفهم الصحيح لقوانين وأساسيات تقسيم الاراضي وكذلك الطرق المستخدمة لتقسيم الاراضي حسب القدرة الانتاجية وفقا للنظم العالمية .

**II-العوائد والمخرجات التعليمية المستهدفة من خلال تدريس المقرر:**

**أ- المعارف والفهم:**

**بعد الانتهاء من دراسة هذا المقرر يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:**

1. التعرف علي اثر عوامل التجوية الطبيعة والكيماوية وعوامل وعمليات التكوين البيدوجينية علي تكوين القطاع الأرضي .
2. الإلمام بالأسس العلمية وفلسفة التقسيم الطبيعي للاراضي .
3. بشرح ويناقش دور عمليات التجوية وعوامل وعمليات التكوين في نشوء قطاعات الاراضي المختلفة .
4. يتعرف من خلال فحص قطاعات الاراضي على مدى تطور التربة .

**ب- المهارات الذهنية:**

1. يتمكن الطالب من تطبيق المعلومات في الدراسات العلمية للاراضي .
2. يتفهم مشكلات التربة المتعلقة بالتكوين أو الاستخدام و القدرة علي اقتراح الحلول.
3. قادر علي تصميم وتقييم برامج لاستخدام التربة وفقا للعوامل البيئية المختلفة .

**جـ- المهارات المهنية والعملية:**

1. يتمسك بأخلاقيات وآداب المهنة .
2. يتعرف ويفسر النتائج والمعلومات في مجال علم البيدولجي .
3. يتفهم المصطلحات المرتبطة بمجال التخصص .
4. يتمكن من استخدام وتقييم برامج الكومبيوتر في التعرف علي أهم خصائص وصفات الأراضي.

**د- المهارات العامة والقابلة للنقل:**

1. القدرة علي العمل في فريق علمي.
2. لديه مهارات العرض الفعال للأعمال والأفكار والاتجاهات .
3. يقدر الأولويات ولديه القدرة علي على إدارة الوقت بصورة صحيحة.

**III- المراجع المستخدمة:**

1- مذكرات تكوين وتقسيم وتصنيف الأراضي بقسم الأراضي جامعة المنصورة.

**Text books**


1. البيدولوجي نشاة ومورفولوجيا وتقسيم الأراضي. الدكتور أحمد فوزي يوسف(1987) الناشر عمادة شئون.
2. أصول البيدولوجي .محمد نجيب حسن- مصطفي خضر مصطفي. المكتب المصري الحديث للطباعة والنشر 1973.
3. المدخل لدراسة مورفولوجيا وتقسيم الأراضي. د. مصطفى خضر مصطفى وفتحي محمد مقلد. دار المعارف- مصر.
4. **Keys to Soil Taxonomy** (2006), USDA., pp. 341.

# الوحدة التعليمية الأولي

## نشأة الأرض وتكوينها من الوجهة البيدولوجية

**الأهــداف:**

بعد دراسة محتوي هذه الوحده يجب أن يكون الطالب قادرا علي أن:

١. يعرف الأرض تعريفا علميا .
٢. يفرق بين المفاهيم المختلفة للتربة .
٣. يحدد الأطوار الرئيسية للتربة كنظام طبيعي معقد.
٤. يناقش مفهوم الأرض من الوجهة البيدولوجية بتميز.
٥. يستنتج العلاقة بين الأرض والأغلفة المكونة للكون.

**العنــاصر:**

١. مقدمةعامة.( كوكب الأرض – المعادن – الصخور )
٢. المكونات الأساسية للأرض.
٣. مفهوم الأرض من الوجهه البيدولوجية.
٤. العلاقة بين الأرض والأغلفة المكونة للكون.
٥. علاقة الدراسة البيدولوجية بفروع العلم المختلفة.

ملحوظة هامة :

**تم استعراض موضوع نشأة كوكب الأرض ومعادن وصخور القشـرة الأرضية بشكل عام وعلى الطالب مراجعة مقرر الجيولوجيـا العـام والمعـادن وكذلك الاطلاع المواقع المتخصصة على الانترنت لاستكمال المعلومات في هـذا المجال.**

## الوحدة التعليمية الأولى

## نشأة الأرض وتكوينها من الوجهة البيدولوجية

أولاً: نشاة وتكوين كوكب الارض :-

توجد عدة نظريات تحوال تفسير نشأة الكون وتعتبر نظرية الضربة الكبرى أكثرها قبولا حيث تعتبر الكون مادة متطورة نشأت نتيجة انفجار مفاجئ لكتلة شديدة الكثافة كانت تحتوي عل جميع مواد الكون. وقد أخذت هذة الكتلة المتفجرة في التمدد المستمر واندفع خارجها عدد لا نهائي من مجاميع أبخرة الغاز والغبار لتكون ما يسمى بالمجرات (Galaxies) والتي تتكون اساسا من الهيدروجين والهيليوم. وتشمل كل مجرة عدد هائل من النجوم وعلى اساس هذة النظرية فان عمر الكون يتراوح ما بين ١٠ الى ٢٠ بليون سنة.

**الشمس The Sun**

الشمس نجم نشيط متوهج يحدث في باطنة تفاعلات نووية حرارية وتندلع منة السنة اللهب وينتج عنها حرارة هائلة تزيد على ١٥ مليون درجة مئوية في باطنها وتنخفض الى ٦٠٠٠ درجة مئوية على السطح. والشمس نجم متوسط الحجم نشأت منذ حوالي خمسة بلايين سنة .

**المجموعة الشمسية Solar System**

منذ حوالي ٥٠٠٠ مليون سنة انفصلت من الشمس عدة كتل هائلة من الغازات والغبار في صورة سحب وأخذت في الدوران حولها . وكانت الكتل الكبيرة تجذب اليها الكتل الصغيرة وتزداد حجما حتى تجمعت أغلب السحب الغازية في تسعة كواكب سيارة تسبح في اتجاة واحد من الغرب الى الشرق وفي مدارات متعددة حول الشمس ويتبعها ٣١ قمر وعدد كبير من النيازك (٣٠ الف) والشهب (١٠٠ بليون) . والنيازك هي أجرام صلبة كبيرة الحجم لم يكتمل احترقها بالفضاء وترتطم بالارض بفعل الجاذبية . أما الشهب فهي أجرام صغيرة صلبة تسبح في الفضاء في مدارات حول الشمس وتحترق عند الغلاف الجوي نتيجة سرعتها

الهائلة (١٥٠ ميل / ثانية ) فتظهر متوهجة ومذنبة . وتكون الشمس ٩٩,٨ % من كتلة هذة المجموعة وتدور الشمس بسرعة ٢٢٠ كم/ ثانية.

وترتيب كواكب المجموعة الشمسية حسب قربها من الشمس هو :-

١-عطارد Mercury ٢- الزهرة Venus
٣- المشترى Jupiter ٤- لأرض Earth ٥- المريخ Mars
٦- زحل Saturn ٧- يورانوس Uranus ٨- نيبتون Neptune
٩- بلوتو Pluto

## الأرض Earth

نشأت الأرض عندما انفصلت كتلة غازية ملتهبة من الشمس وأخذت في الدوران حولها وبدأت في البرودة والانكماش فتجمد سطحها الخارجي وكون القشرة الارضية مما أدى الى انحصار المواد في داخلها وازدياد حرارتها فعل قوى الجازبية والمواد المشعة التي تجمعت بالمركز والتي تصل حرارتة الى ما يزيد على ٤٧٠٠ درجة مئوية .أذابت هذه الحرارة المواد الصخرية الباردة وعلى مدى طويل من الزمن طفت المواد الخفيفة على السطح وغاصت المواد الثقيلة في باطن الأرض والتي تتكون أساسا من الحديد والنيكل والمواد المشعة مكونة ما يسمى باللب الداخلي.(inner core).

أما الجزء الخارجي من باطن الأرض فيسمى اللب الخارج (outer core)وهو عبارة عن مواد في صورة سائل سميك أقل في الحرارة والضغط عن اللب الداخلي وهو في حركة دائمة وينشأ عن ذلك تكون المجال الكهربي المغناطيسي للكرة الأرضية. يبلغ نصف قطر باطن الأرض ٥٠٠٠ كم ومتوسط كثافته ١٠,٧ جم سم-٣

**١ - الغلاف الأرضي أواليابسة ( Lithosphere)**

يحيط بباطن الأرض طبقة ابرد منها تعرف بالوشاح الصخري وهو عائم فوق باطن الأرض والجزء الخاجي منه عبارة عن صخور بازلتية ويبلغ سمك طبقة الوشاح حوالي ٢٥٠٠كم .وفوق طبقة الوشاح توجد طبقة خارجية دقيقة تتكون من صخور أخف من البازلت وهي صخور جرانيتية عائمة فوق طبقة البازلت.

وبمرور الزمن أخزت هذة الطبقة هي وباقي كتلة الارض في البرودة والانكماش وتصلب سطها الخارجي وكون القشرة الارضية التي يتراوح سمكها بين ٢٠ الى ١٠٠ كم . وتشير التقديرات الى ان متوسط درجة حرارة سطح الارض ظل في حدود ٢٠ ± ١٠ درجة مئوية .

**٢- الغلاف المائي (Hydrosphere)**

بعد برودة الغلاف الجوي تجمت مياة الامطار في المنخفضات وكونت المحيطات والبحار والبحيرات والانهار , وظهر الغطاء النباتي بالتدريج حول مناطق تجمع المياة ويعتقد ان الحياة بدأت بعد انفصال الارض عن الشمس بحوالي بليون سنة ويبلغ متوسط سمك الغطاء المائي ٣كم وقد يصل الى ١١كم في بعض أجزاء المحيط الهادي.

يغطي الغلاف المائي ثلاثة أرباع الكرة الارضية بالأضافة الى المخزون المائي الجوفي وتسقط على الكرة الارضية سنويا كمية من الامطار تبلغ حوالي ٩٥٠٠٠ ميل مكعب وهي تعادل كمية التبخير من المسطحات المائية والتربة والنتح من النبات.

**الغلاف الهوائي ( Atmosphere)**

وهو يحيط بكل من القشرة الارضية والغلاف المائي ويحتوي على ٢١% اكسجين و٧٩% نيتروجين و ٠,٠٣% ثاني أكسيد الكربون و ٠.٩٣% أرجون و ٠,٥% بخار ماء وغازات نادرة ٠,٠١% .

## القشرة الأرضية ( Earth Crust)

هي الطبقة الخارجية من سطح الكرة الارضية وهي تكون القارات وقاع الغلاف المائي ويختلف سمكها بين ٢٠كم في قاع المحيطات ويصل الى ١٠٠كـــم بالمناطق الجبلية ويدخل في تركيبها عدد كبير من الصخور والمعادن .

**تركيب القشرة الأرضية :**

يلاحظ أن ثمانية عناصر فقط تكون أكثر من ٩٨% بالوزن من تركيـــب القشرة الأرضية حتى عمق ١٦كم وهذة العناصر هي الأكســـجين والســـليكون و الألومنيوم و الحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم . اما بقيـــة العناصر هي التيتانيوم , الهيدروجين , الفوسفور , الكربون , المنجنيز , الفلور , الباريوم , الاسترونشيوم , ومعادن نادرة أخـــرى مثـــل الكـــروم , التينجســـتن , الانتيمون , الزئبق , الذهب , البلاتين وغيرهم.

## المعادن ( Minerals)

هناك عدد هائل مكن المعادن تحتويه القشرة الأرضية قد يزيد على ٢٠٠٠ معدن بالأضافة الى عدد كبير من الصخور وسوف نقتصر هنا على ذكر أهمها من ناحية تكوين التربة.

**أولا: مجموعة السليكات (Silicate Minerals Group)**

تعتبر السليكات الرباعية هي الوحدة البنائية الاساسية للمعادن السليكاتية وهي تتكون من كتيون سليكون مركزي $Si^{+4}$ مرتبط بأربعة أنيونات أكسجين $O^{-2}$ متلاصقة في تجاور تام معا في شكل رباعي وعند ارتباط وحدتين أو أكثر من السليكا الرباعية , وحسب طريقة الأرتباط بينها يتكون العديد من المعادن السليكاتية والتي يمكن وضعها تحت الأقسام التالية .

**تقسيم معادن السليكات :**

**١- السليكات المفردة Neso Silicates**

وهي عبارة عن وحدات مفردة من السليكا $(SiO_4)^{-4}$. وقد ترتبط عدة وحدات عن طريق كتيون وسيط كالماغنيسيوم مكونا الفورستيريت $Mg_2SiO_4$ , أو الماغنيسيوم والحديد مكونا الأوليفين $(Mg,Fe)_2SiO_4$.

**٢- السليكات المزدوجة Soro Silicates.**

وهي عبارة عن وحدتين من السليكا الرباعية مرتبطتين عن طريق أيون أكسيجين مشترك $(Si_2O_7)^{-6}$ وقد ترتبط بمجاميع أخرى مماثلة عن طريق كاتيون معدني.

**٣- السليكات الحلقية Cyclo Silicates .**

وهي عبارة عن عدة وحدات سليكا رباعية مرتبطة في تركيب حلقي عن طريق أيونين مشتركين من الأكسيجين $(SiO_3)^{-2}$ . ومن أمثلتها البيريل $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ , والتورمالين $M_7Al_6(OH,F)_4(BO_3)_3$.

**٤- السليكات السلسلية Inosilicates .**

وهي عبارة عن وحدات من السليكا الرباعية المرتبطة في سلسلة مفـــردة Single chain عن طريق أيونين مشتركين من الأكسيجين $(SiO_3)^{-7}$ , كم في حالة الأوجيت وهو من البيروكسينات , أو قد تتكون سلسلة مزدوجـــة Double chain,بارتباط سلسلتين مفردتين عن طريق أيون أكسيجين ثالث $(Si_4O_{11})^{-6}$ كما في حالة الهورنبلند من الأمفيبولات.

**٥- السليكات الورقية Phyllosilicates .**

وهي عبارة عن وحدات من السليكا الرباعية مرتبطة في شكل ورقي أو صفائحي عن طريق ثلاثة أيونات أكسجين مشتركة $(Si_2O_5)^{-2}$ , ومن أمثلتهـــا التلك $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ,والفلوجوبيت $KMg_3(AIS_3O_{10})(OH)_2$

**٦ السليكات الشبكية Tectosilicates**

**أهم معادن مجموعة السليكات** وهي عبارة عن وحدات من الســـليكا الرباعيـــة مرتبطة في شكل شبكي ذي ثلاثة أبعاد عن طريق أربع ذرات أكسيجين مشتركة ومن أمثلتها الكوارتز .

١- السليكا Silica وهي أكثر المعادن شيوعا بالقشرة الأرضية فهي تمثل ٧٤% من وزنها وتكون الهيكل الأساسي للقشرة الأرضية وتدخل في تركيب أغلب الصخور وهي عبارة عن ثاني أكسيد السيليكون $SiO_2$ وتوجد في عدة صور أهمها الكوارتز أو الرمل ويعتبر أهم السليكات المتبلورة وأكثرها انتشارا بعد الفلسبارات بالقشرة الأرضية ويعتبر المكون الرئيسي لأغلب الصخور وتتميز معادن السليكا مقاومة للتجوية وفقيرة في العناصر الغذائية وزات نشاط كيميائي محدود ويستخدم الرمل الزجاجي النقي في صناعة الزجاج

٢- الفلسبارات Feldspars وهي أكثر المعادن انتشارا بالقشرة الأرضية وتشترك مع الكوارتز في أنهما المكونات الرئيسية للعديد من الصخور النارية

والطفل والحجر الرملي وغيرها وهي زات أهمية كبيرة في تكوين التربة حيث تحتوي على عناصر البوتسيوم والكالسيوم والصوديوم والعناصر النادرة مثل النحاس والرصاص وطبيعة الفلسبارات بالتربة تمدنا بمعلومات هامة عن أصلها الجيلوجي وعمليات تكوينها وتطورها وتنقسم الفلسبارات الى مايلي :

**أ- الأرثوكلاز Orthoclase .**

وهوعبارة عن فلسبار بوتاسي تركيبة $K(AlSi_3)O_8$ ولونــة وردي أو أحمر خفيف ويوجد في عدة صور لها التركيب الكيميائي نفسة ولكن تختلــف في أشكالها البلورية **Polymorphs** , وترتيب ذرات الســليكون والألومنيــوم. وهو يشمل معادن الأرثوكلاز **Orthoclase** , الميكــروكلين **Microcline** , السانديـن **Sanidine** وألأديولاريا **Adularia** .

**ب- البلاجيوكلاز Plagioclase .**

وهي تشمل سلسلة من المعادن المتشابهة في بنائها البلوري وتتدرج فــي تركيبها الكيميائي بين الألبيت Albite $Na_2(Al_2Si_2)O_8$ وهو بلاجيــوكلاز صودي نقي فاتح اللــون , والأنورثيــت Anorthite Ca $(Al_2Si)O_8$ وهــو بلاجيوكلاز كالسي داكــن اللــون ولا يوجــد فــي صــورة نقيــة. وتحتــوي البلاجيوكلازات على نسب معتدلة من الحديد والمنجنيز والتيتانيوم , كمــا أنهــا مصدر هام للعناصر النادرة كالنحاس والرصاص.

**٣- الميكا Micas**

تعتبر ثالث أكثر المعادن السليكاتية شيوعا , بعد الفلسبار والكوارتز وهي اقل صلابة من باقي المعادن الأخرى المصاحبة لها فنجد أنها تنفرد من الصخور وتتكثر طبيعيا بسهولة أثناء عملية النقل والترسيب لذلك تكثر بالرواسب الناعمــة والصخور الرسوبية كالطين والطفل ويوجد منها عدة أنواع:

**ا- الميكا البيضاء : (Muscovite)** وهي من النوع المقاوم للتجوية عديمة اللون او شاحبة باخضرار أو مائلة للرمادي أو البني وتوجد في صفائح رقيقة

**ب- الجلوكونيت : (Glauconite)** ويمكن اعتبارها مسكوفيت حدث بة احلال لبعض الألمنيوم بكتيونات ماغنسيوم وحديد ويوجد حبيبات صغيرة بالصخور الرسوبية البحرية ولونة يتراوح بين الأخضر والأسود.

**جـ- البارجونيت: (Paragonite )** وهو أيضا من المقاوم للتجوية .

**د- الميكا السوداء : (Biotite)** وهي من النوع الأقل مقاومة للتجوية.

**هـ- الكلنتونيت:(Clintonite)** وهي أيضا أقل مقاومة للتجوية.

**٤- البيروكسينات والامفيبولات : (Pyroxenes & Amphiboles):**

وهما مجموعتان من المعادن ذات التركيب البنائي المتقارب , ويكونان معا حوالي ١٧% من كتلة الصخور النارية وعند تجوية هذة المعادن تعتبر مصدرا هاما للماغنسيوم والحديد والكالسيوم وتوجد في التربة في مجموعتي الرمل والسلت . وأهم معادن هذة المجموعة ما يلي :

**ا- الأوجيت Augite** وهو أكثر معادن البيروكسين انتشارا ويعتبر من أهم مكونات الصخور النارية .

**ب- الهورنبلند Hornblende** وهو من أكثر معادن الأمفيبول انتشارا بالصخور النارية وبعض الصخور المتحولة مثل النيس **Gneiss** والشست **Schist** ولونة أخضر داكن أو بني داكن أو أسود .

**٥- الأوليفينات Olivines** وهي أقل انتشارا من البيروكسينات والأمفيبولات وهي اساسا سليكات ماغنسيوم وحديد تدخل في تركيب الصخور النارية القاعدية وفوق القاعدية ولونها أخضر زيتوني . وينحصر وجود الاوليفينات في التربة في مجموعة السلت والرمل .

**٦- التلك Talc** وهو سليكات ماغنسيوم أيدراتية وهو معدن ثانوي من النوع ١:٢ ويتكون خلال عمليات تحول سليكات الماغنسيوم والألومنيوم ولونة أبيض نقي أو مشوب باخضرار .

٧- **البيروفيلليت Pyrophyllite** ويشبهالتلك في تركيبة البلوري وهو ايضا من معادن ٢:١ .

٨- **السيربنتين Serpentine** وهو سليكات ماغنسيوم ويندر وجودة بالتربة وهو من النوع ١:١ ومنها نوعين اساسيان وهما الأنتيجوريت **Antigorite** وهو طبقي والكريزوتايل **Chrysotile** وهو عبارة عن الياف طويلة مرنة ويسمى الحرير الصخري ويستخدم كعازل حراري .

٩- **معادن الطين Clay Minerals** وهي معدن ثانوية تركيبها الأساسي عبارة عن سليكات هيدراتية للالومنيوم والحديد والماغنسيوم ويشترك في تكوينها وحدات من السليكا تتراهيدرا والاومينا أوكتاهيدرا بعدة طرق يمكن حصرها في المجموعات الثلاث الأساسية التالية :-

**الأولى :** ارتباط صفيحة سليكا تتراهيدرا بصفيحة **ألومينا أكتاهيدرا** مكونة معادن الطين من النوع الطبقي ١:١ .

**الثانية :** ارتباط **صفيحتين من السليكا تتراهيدرا** بصفيحة ألومينا أكتاهيدرا مكونا معادن الطين من **النوع الطبقي** ٢:١ .

**الثالثة :** وجود صفيحة أكتاهيدر**الية** بين وحدتين من النوع ٢:١ مكونا معادن الطين **الورقية** من النوع **الطبقي المتداخل** ٢:١:١ .

يعتبر معدن طين الكاؤولينيت والهالوسيت أكثر معادن النوع ١:١ شيوعا . بينما تعتبر مجموعة معادن المونتموريلونيت أو السمكتيت أكثر معادن الطين من النوع ٢:١ شيوعا . ومجموعة معادن الأليت ذات البناء ٢:١ تعتبر ذات تركيب وسط بين المونتموريلونيت و المسكوفيت .

ويعتبر الفرميكيوليت **Vermiculite** أيضا من معادن ٢:١ فهو يشابه المونتموريلونيت في وجود الصفائح التتراهيدراتية والأكتاهيدرالية . اما الكلوريت **Chlorite** فهو من النوع ٢:١:١ ويتكون من طبقات ٢:١ من النوع التراي أكتاهيدرا متبادلة مع طبقات أكتاهيدرالية.

معادن الطين المتداخلة Interstratified تنتج من تداخل طبقات من النوع ٢:١ مع طبقات ٢:١:١ وهيدروكسيدات الألومنيوم (Gibbsite) وهيدروكسيدات الماغنسيوم (Brucite) وهذة المعادن المختلطة شائعة الا أن التعرف عليها صعب الى حد ما.

وهناك مواد أخرى ذات تركيب مشابه لمعادن الطين الا أنها غير متبلورة ومن أمثلتها الألوفين Allophane كما توجد بالتربة معادن الالومنيوم والحديد وأكثرها شيوعا الجبسيت $Al(OH)_3$ , ألبوميت (AlOOH), الهيماتيت $Fe_2O_3$ , والجيوثيت ($FeOOH$ or $Fe_2O_3.2H_2O$) والليمونيت ($2Fe_2O_3.3H_2O$).

ثانيا مجموعة المعادن الكربوناتية: Carbonate Minerals Group

وهي مجموعة أملاح حمض الكربونيك وتشمل عدد كبير من المعادن الشائعة الأنتشار بالقشرة الأرضية مثل الكالسيت Calcite والأراجونيت Aragonite وهما عبارة عن كربونات كالسيو ولكنهما يختلفان في نظامهما البلوري .

وتسمى ظاهرة وجود معادن لها خاصية التركيب الكيميائي نفسها مع الأختلاف في النظام البلوري بظاهرة Diamorphism . ومن معادن الكربونات الأخرى الماغنيسيت Magnesite وهو عبارة عن كربونات ماغنسيوم لونها أبيض أو رماديا باصفرار ذات شكل ليفي أو كتلي , والدولوميت Dolomite وهو كربونات كالسيوم وماغنيسيوم تكونت باحلال نصف الكالسيوم بالماغنيسيوم في الكالسيت , والأنكيريت Ankerite وهو عبارة عن دولوميت حدث به احلال لبعض الكالسيوم بكاتيون الحديد الثنائي , والسيدريت Siderite وهو كربونات حديدوز $FeCO_3$ لونة بني أو رمادي ويوجد كترسيبات بالصخور الرسوبية مصحوبا بالطين أو الطفل أو الفحم وقد يوجد في صورة كتل

أو حبيبات ناعمة أو كعروق ذات أصل حراري مائي أو مع الحجر الجيـــري .
وفيما يلي أهم معادن الكربونات الداخلة في تكوين التربة:

**١ – الكالسيت Calcite**

هـــو كربونـــات كالســيوم $CaCO_3$ تركيبـــة البلـــوري مـــن النـــوع Rhombohedral وحاصل اذابتة ٣,٩٨ X $١٠^{-٩}$ ويزيد بنسبة حوالي ١٠% في الماء المالح، وكثافتة ٢,٧١جم/$سم^٣$ وهو عديم اللون أو شفاف أو أبيض في الحالة النقية ولكن يختلف لونة كثيرا حسب نوع الشوائب بة فقد يكون أصـــفر أو بنيا أو ورديا أو أزرق. و وجود الكلوريت بة يكسبة لونا مخضرا , أما الهيماتيت فيكسبة لونا محمرا. وهو معدن واسع الأنتشار بالقشرة الأرضـــية , فهـــو مـــن المعادن الهامة في تكوين الصخور الرسوبية خصوصا ذات الأصـــل البحـــري , والصخور المتحولة ذات الأصل الرسوبي كالرخام Marble. وهو يعتبر مكونا هاما بالصخور النارية القاعدية ةالصخور المتحولة. كما يوجد بالترسيبات المائية الحرارية.

ويوجد بالطبيعة في صورة كتل كبيرة صلبة مثل الحجـــر الجيـــري , أو هشة مثل الطباشير , أو كمادة لاحمة لبعض الصخور الرسوبية أو بـــين شـــقوق الصخور الرسوبية أو كعروق للصخور المتحولة وفي الكهوف الكبيرة يكون على صورة أعمدة هابطة Stalactites وأعمدة صاعدة Stalagmites أو كترسيبات تبخيرية بمياة الينابيع. وهو يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفـــف البـــارد بسرعة محدثا فورانا لخروج ثاني أكسيد الكربون . وتسمى كربونات الكالســـيوم بمؤشر المناخ Climate indicatoi في جميع العصور الجيولوجية كما يطلـــق عليها ترمومتر المعادن Mineral thermometers حيث أن الحالة البلورية التي توجد عليها بين الصخور تشير الى درجة الحرارة التـــي تكونـــت عليهـــا هـــذة الصخور.

٢- **الأراجونيت Aragonite :**

وهو ايضا كربونات كالسيوم وهو أقل كثيرا في الأنتشار من الكالسيت.

ويوجد بالطبيعة على صورة بلورية أو كرواسب بمناطق الينابيع الحارة و كأعمدة هابطة بالكهوف , أو مختلط بترسيبات الجبس وكربونات الكالسيوم و الدلوميت والطين , كما يوجد كعروق بالصخور مع الكالسيت وايضا بهياكل بعض وهو ايضا كربونات كالسيوم وهو أقل كثيرا في الأنتشار من الكالسيت . ويوجد بالطبيعة على صورة بلورية أو كرواسب بمناطق الينابيع الحارة و كأعمدة هابطة بالكهوف , أو مختلط بترسيبات الجبس وكربونات الكالسيوم و الدلوميت والطين , كما يوجد كعروق بالصخور مع الكالسيت وايضا بهياكل بعض الأحياء المائية الضخمة. ويوجد في مدى واسع من الألوان مثل الكالسيت , ويتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك البارد ويمكن التفريق بينه وبين الكالسيت بكثافتة العالية و أسطح انفصال المعدن Cleavage فهي تكون موازية للأتجاة الطولي للبلورة في حالة الأراجونيت ومتعامدة في حالة الكالسيت .

٣- **الدولوميت Dolomite :**

وهو عبارة عن كربونات كالسيوم وماغنيسيوم $Ca,Mg\ (CO_3)_2$ .

ويتكون نتيجة عملية دلمتة Dolomitization للحجر الجيري أي احلال الماغنيسيوم محل جزء من الكالسيوم في التركيب البلوري .

وحاصل ذوبان الدولوميت أقل كثيرا من الكالسيت فهو $١٠^{-١٧}$ , وكثافتة ٢,٨٥ جم/سم$^{٣}$ وهو عديم اللون أو شفاف أو أبيض , أو رمادي أو مخضر , أو وردي , أو بين الأصفر و البني حسب نسبة الشوائب الحديد بة . وهو معدن واسع الأنتشار بالصخور الرسوبية وأغلب معادن الدولوميت توجد مختلطة مع الكالسيت.

**ثالثا : مجموعة معادن الأملاح التبخيرية التراكمية Evaporites**

وهذه المجموعة من المعادن تشمل الأملاح الشديدة الذوبان مثل وهــذه المجموعة من المعادن تشمل الأمــلاح الشــديدة الــذوبان مالهاليــت NaCl , الأبسوميت $MgSO_4.7H_2O$ , والسهلة الذوبان نوعا مثل الجبس , البوراكس. وتراكم أو ازالة هذة الأملاح من التربة يتوقف على معدل الغسيل **Leaching** . فتراكمها بالتربة يحتاج لزيادة معدل التبخير عن معدل المطر أو الغسيل . وهــذة الظروف توجد بالمناطق الجافة وشبة الجافة , ومن أهم معادن مجموعة الأملاح التبخيرية ما يلي :

**١-الجبس Gypsum:**

وهو عبارة عن كبريتات كالسيوم مائية $CaSO_4.2H_2O$ وهو الصــورة الشائعة ودرجة ذوبانة ٢,٤١جم/لتر, ويوجد بالطبيعة في أشكال عديدة فقد يوجــد كبلورات خشنة شفافة Selenite أو كألياف متوازنة Satin spar أو كصــفائح رقيقة في شكل وردي Rosette أو متحول في شكل كتل ذات حبيبــات ناعمــة تسمى المصيص Alabaster . كما يوجد بكميات كبيرة كترسيبات متداخلة مع الحجر الجيري أو الطفل أو الحجر الرملي أو الطين والملح .

**٢-الهاليت Halite:**

وتركيبة كلوريد صوديوم NaCl وهو عديم اللون أو ملون بألوان مختلفة كالأبيض , الرمادي , الأصفر , الأحمر , ونادرا ما يكون أزرق . وهــو أكثــر المعادن الذائبة في الماء شيوعا , ويترسب كطبقات تبخيرية كثيفة من مياة البحر بالأماكن المغلقة . ويوجد متداخلا معا أو مغطا بطبقات مــن الطفــل , الحجــر الجيري , الدولوميت , الجبس و الأنهيدريت كما يوجد بمياة المحيطات والبحــار والبحيرات والماء الأرضي و الينابيع التي تمر على طبقات ملحيــة جيولوجيــة بعيدا عن البحر.

٣-البوراكس Borax:

وهو عبارة عن بورات الصوديوم المائية وهو المصدر الرئيسي للبورون , وهو معدن تبخيري يتراوح لونة من عديم اللون الى أبيض . ويوجد مصاحبا للهاليتأو الكبريتات أو الكربونات أو مع الطين في البحيرات الجافة والبلايا . وترسيباتة الكبيرة توجد بالأحواض التبخيرية Brines كما في كاليفورنيا بامريكا والتي تعتبر أكبر مخزون لمركبات البورون في العالم.

رابعا : مجموعة معادن الكربون Carbon Mineralsn Group

تشتمل هذة المجموعة على صورتين طبيعيتين بوليمورفيتين Polymorphous للكربون هما الماس وهو معدن نفيس , والجرافيت وهو معدن رخيص .

الماس Diamond:

عبارة عن ذرات كربون نقي مرتبة في نظام تتراهيدرا من نوع Isometric tetrahedra. وهو أكثر المعادن صلابة , وكثافتة ٣,٥جم/سم$^{٣}$ . وهو اما عديم اللون أو متنوع.

الجرافيت Graphite:

وهو أيضا ذرات كربون مرتبة في نظام سداسي Hexagonal. وكثافتة ٢,٣جم/سم٣ , ولونة أسود قليل الصلابة غير نقي . وهو شائع الوجود بالصخور المتحولة ذات الأصل الرسوبي في صورة كتل ضخمة أو كعروق بالصخور النارية والذي قد يكون متكونا من اختزال كربونات الكالسيوم .

خامسا : مجموعة الأكاسيد والهيدروكسيدات Oxides & Hydroxides .Group

يعتبر هيدروكسيد الحديديك أكثرها شيوعا بالقشرة الأرضية وينتج بأكسدة الحديدوز في محاليلها , ومن الهيدروكسيدات الهامة الأخرى هيدروكسيد الألومونيوم وهو يوجد في ثلاث صور أمورفية هي :

١ – **الجبسيت**

٢ – **البوكسيت**

٣ – **الدياسبور**

وهي عديمة الذوبان , كثافتها ٣جم/سم$^{٣}$ , ولونهـا أبـيض . ويعتبـر الجبسيت أكثرها شيوعا في التربة خصوصا تحت الظروف الأستوائية . وهو من المكونات الرئيسية لأراضي اللاتريت Oxisols .

**سادسا : مجموعة معادن الفوسفات Phosphate Minerals Group**

تشمل مجموعة من المعادن أهمها الأباتيت Apatite الذي يعتبر أغنـى المصادر الحاملة للفسفور بالقشرة الأرضية . والأباتيت أسم يوناني بمعنى مخادع Deceiving لأنة كثيرا ما يحدث التباس في تميزة بالطبيعة . ويوجد بالطبيعـة في صورة كتل بلورية من صخر الفوسفات , وحفريات العظام . وهـو رمـادي مبيض أو مصفر أو بني . وفي جمهورية مصر العربية يوجد الفوسـفات فـي مناطق كثيرة مثل سفاجا بالقصير والمحاميد وهضـبة القـرن قـرب الواحـات الخارجة والداخلة .

## الصخـــور : Rocks

يعرف الصخر جيولوجيا بأنة كل مادة مكونة من معدنين فأكثر تدخل في القشرة الأرضية وقد يكون الصخر مكونا من معدن واحد كالحجر الجيري والرخام والجبس مثلا وذلك لأن هذه المعادن توجد بكميات كبيرة حيث يكون طبقات مترامية الأطراف أو جبال ضخمة يجعلة أقرب للصخور منة للمعادن اذ لا يمكن أن تتوافر فية أهم صفات المعادن وهي التناسق في جميع أجزائة . وتقسم الصخور حسب طرق تكوينها في الطبقة الى ثلاثة اقسام هي الصخور النارية Igneous التي تكونت من البرودة ال magma والصخور الرسوبية Sedimentary التي تتكون من تماسك الرواسب المائية والهوائية وأخيرا الصخور المتحولة Metamorphic التي تكونت نتيجة لتأثير الضغط والحرارة

على الصخور النارية والرسوبية . أي أن المصدر الاساسي لجميع أنواع الصخور هي النارية. ولأهمية الدور الذى تقوم به أنواع الصخور المختلفة فيجدر بنا الالمام ببعض أنواعها العامة والتى تتكون منها أو عليها معظم أنواع الأراضى الشائعة.

**أولا:الصخور المتصلبة Hard rocks**

وهى الصخور الصلبة, يمكن تمييز الأنواع الهامة الآتية:

**(١) الصخور النارية Igneous rocks:**

وتختلف اختلافا بينيا فى تركيبها الكيميائى والمعدنى وفى درجة تبللورها حيث تتوقف على التركيب الكيميائى لمادة الصهير, فالصهير الغنى بالسليكا والألومنيا والقلويات يتصلد مكونا معادن الفلسبارت القلوية والميكا البيضاء والكوارتز, بينما تتكون المعادن الحديدوماغنيسيه مثل الأولفين, الأوجيت, الهورنبلند والميكا السوداء من الصهير الغنى بالمغنيزيوم وأكسيد الحديد والجير. وأما الصهير الغنى بالقلويات (الصوديوم والبوتاسيوم) الفقير فى السليكا فانه يتصلد مكونا المعادن الفلسباتية مثل النيفيلين و اللوسيت, وتختلف هذه الصخور النارية على حسب محتواها من السليكا الى صخور حامضية متوسطة, قاعدية وفوق قاعدية, وقد سبق ذكر أنواع وطبيعة الأراضى التى تنشأ من بعض أنواع هذه الصخور (وتتضح بمراجعة دراسة الصخور وتقسيماتها المختلفة فى مقرر الجيولوجيا).

**(٢) الصخور المتحولة Metamorphic rocks:**

وهى اما تكون متحولة عن أصل نارى أو أصل رسوبى نتيجة للتغير الذى يطرأ على الظروف الطبيعية المحيطة مثل درجة الحرارة أو الضغط أو كليهما, وغالبا ما يؤدى ذلك الى تغير نوع النسيج الصخرى حسب طبيعة ونوعية التغيرات التى تعرضت لها الصخور, ومن أمثلة الصخور النيس gneiss الذى يعرف باسم الصخر الأصلى الذى تحول عنه فنجد ما يسمى بالنيس, الجرانيتى, النيس الديوريتى. وقد يعرف باسم المعدن السائد فى تكوينه مثل النيس الماسكوفيتى أو النيس البايوتيتى أو النيس الهورنبلندى وهكذا, ومن أمثلة الصخور المتحولة أيضاصخر الشيست

والذى يتكون من صفائح رقيقة, ويسمى أيضا حسب التركيب المعدنى مثل: ميكاشيست أو هورنبلندشيست.

**(٣) بعض الصخور الرسوبية المتصلبة:**

ومنها الصخور الرسوبية السليكاتية مثل الحجر الرملى **Sandstone** والصخور الرسوبية الجيرية مثل الحجر الجيرى **Limestone** والصخور الرسوبية الطينية مثل الطفل (الحجر الطينى الصفحى) **Shales**.

**ثانيا: الصخور المفككة أو الغير متصلبة Loose or friable rocks**

وأغلب هذه الصخور من النوع الرسوبى الذى يختلف فى أصله ووسيلة نقله نتيجة لحدوث عمليات التعرية المختلفة, وهو يمثل نسبة عالية من أنواع مواد الأصل حيث تأخذ اسمها من وسيلة النقل التى نقلت بها الرسوبيات أو من البيئة التى ترسبت فيها ومنها :

**(١) الرسوبيات المائية Water sediments**

والتى تختلف بدورها حسب بيئة الترسيب وتشمل:

**١ - الترسيبات النهرية Alluvium**

وهى تلك المواد التى تنتقل بفعل الأنهار ثم تترسب بفعلها أيضا نتيجة لدورة التعرية النهرية, وتتميز بصفة التدرج فى القوام سواء فى الاتجاه الطولى أو على جانبى النهر حيث تتبع قواعد الترسيب وحسب مراحل النهر المختلفة أى قوة اندفاع المياه فيه, فكلما كان اندفاع أو سرعة المياه قويا كلما أمكنه حمل مواد أكبر حجما, ولذا لا تترسب الا المواد الكبيرة الحجم, ثم تتدرج فى الصغر كلما ضعفت قوة النهر أى فى مراحله الأخيرة أو قرب مصباته, فلو قارنا بين أحجام الحبيبات المترسبة قرب أسوان لوجدناها تتميز عموما بكبر أحجامها بالنسبة للحبيبات التى تترسب قرب القاهرة, وهذه تتميز بكبر أحجام حبيباتها بالنسبة للمرسبة قرب رشيد أو دمياط وهكذا. ومن أمثلة الترسيبات النهرية ما يعرف بالسهل الفيضى Flood plainعلى جانبى النهر،أوما يسمى بالمراوح النهرية Aluvial Fans والدلتاوات.

**٢ - الترسيبات البحيرية Lacustrine deposits**

وهى المواد التى تترسب فى قيعان البحيرات Lakes والتى تتميز بمياها المتوسطة الملوحة والهادئة نسبيا, وتتميز غالبا بوجود طبقة أكثر من كسر المحار Shells على أبعاد مختلفة, وكذلك بوجود تطابق Stratification للترسيبات التى قد تكون فجائية فى اختلاف قوامها, كأن تكون طينية تحتها طبقة رملية خشنة ثم طبقة طينية ثقيلة, وهكذا, أى لا تخضع للتدرج فى خواصها ولكنها تخضع لظروف ترسيبها التى ربما تتغير تغييرات فجائية. وعليه يصعب اعطاء نموذج عام لطبيعة هذه الترسيبات, ومن أمثلتها أراضى أبيس, حيث انها كانت جزءا من بحيرة مريوط وتم تجفيفها.

**٣ - الترسيبات البحرية Marine Sediments**

وهى الترسيبات التى تتكون فى قيعان البحار, وقد تنحصر عنها المياه نتيجة لتغير مستوى سطح البحر فى الأزمنة الجيولوجية المختلفة. أو التى تتكون بفعل الأمواج حيث تترسب على شواطئ البحار .

**٢-الرسوبيات الهوائية Wind deposits**

وهى التى تنتقل وتترسب بفعل الرياح والتى تعرف باسم **Aeolian deposits** وتتميز بتجانسها فى الاتجاه وبتدرج قوامها طوليا حيث تقل أحجام حبيباتها كلما بعدت عن مصدرها, ومن أشهرها الترسيبات المعروفة باسم Loses التى تتميز بقوامها السلتى.

**٣ - الرسوبيات التى تنقل بواسطة الجاذبية الأرضية : Gravity**

وهى التى تنقل من المرتفعات والميول وتترسب بفعل الجاذبية الأرضية وقد تسمى **Colluvial deposits** , وتتميز غالبا بعدم وجود أى تدرج أو تصنيف فى قوامها.

**٤ - الرسوبيات الجليدية Glacial deposits (drift)**

وهى التى تنقل بفعل الجليد حيث ان تحول المياه الى ثلج يؤدى الى زيادة حجم المحتوى النهرى, وهذا بدوره يؤدى الى حدوث ضغوط على جوانب الأنهار

أو المجارى المائية فتؤدى الى شطف فى جوانبها مكونة مواد تترسب على جوانب المجارى المتجمدة بعد انتهاء فترة التجمد مكونة مايعرف بالركامات الجانبية **Lateral morains** أو قد تترسب فى قاع المجرى وتسمى الركامات الأرضية **Ground morains**.

مما سبق يتضح أن هناك عديدا من أنواع وأشكال الصخور التى تعمل كمواد أصل لتكوين أنواع مختلفة من الأراضى. ويجب أن ننوه أن معظم المواد والصخور قد لا تتواجد فى صورة منفردة ولكنها قد تتداخل وتتعاقب فنجد أن أكثر من نوع يكون مادة أصل الأرض واحدة. الأمر الذى يتطلب من الدارس تحديد نوعية وطبيعة مادة الأصل ودرجة تجانسها. **ولذلك ذكرنا أنه عند عمل قطاع أرضى فانه فى كثير من الأحيان يتطلب الأمر الحفر لأعماق أكثر وذلك لتحديد طبيعة ومدى تجانس مادة الأصل وخصوصا فى الدراسة البيدولوجية.**

## تعريف الأرض: Definition of soil

يختلف تعريف الأرض من شخص لآخر حسب العديد من الأعتبارات منها مدى المعلومات المتاحه سواء كانت معلومات عامه أو معلومات متخصصه, درجه اهتمام الشخص ونوعيه اتصاله أو تعامله مع الأرض، ثم طبيعه تخصصه بفرع من فروع الأراضى المختلفه, فالأرض بالنسبه للمزارع أو الفلاح العادى تعنى ذلك الجزء السطحى المنظور الذى يتعامل معه فى عمليات الخدمه الزراعيه.والأرض بالنسبه للمهندس تعنى تلك الطبقه المفككه التى قد تختلف فى درجه تماسكها حسب نوعية وأحجام مكوناتها ومدى انعكاس ذلك علي ما يقيمه عليها من اساسات أو منشآت. والأرض بالنسبه للجيولوجى تعنى طبقات القشره الأرضيه التى يعتبر سطحها ملتقى الأغشيه المختلفه "الجوى, المائى,الصخرى والحيوى" وما يعترى هذا الألتقاء من عمليات التعريه وما يتبعها من عمليات نقل وارساب, وما نتج عن ذلك من مظاهرتغيير فى نوعية المعادن والصخور, والعمليات التكوينيه وما يحدث لطبقاتها كالإلتواءات والأنكسارات, واذا انتقلنا الى العاملين والمتخصصين فى مجال علوم الأراضى فنجد أن نظرتهم للأرض وبالتالى تعريفها يختلف حسب نوعيه تخصصهم. فالمتخصص فى تغذيه النبات يعتبر أن الأرض هي البيئه الصالحة لنمو النباتات التي تختلف خصائصها حسب نوعية مكوناتها وما تحتويه من عناصر غذائيه متاحه وما تعكسه من خصائص كيميائيه وحيويه تؤثر فى نمو النبات أو تتأثر به. والمتخصص فى البيدولوجى ينظر للأرض أو يعرفها بأنها جسم طبيعي **Natural body** مستقل تكون نتيجة لعمليات خاصه تحت الظروف البيئيه أو ما يسمى بعوامل تكوين الأراضى. وهكذا نجد أنه يصعب ايجاد تعريف عام وشامل للأرض متفق عليه. وللتبسيط يمكن تعريف الأرض كالآتى:

**الأرض جسم طبيعى معقد له قطاع مميز يوجد على الطبقه السطحيه من القشره الأرضيه. نشأ من تحلل الصخور والمواد العضويه تحت تأثير عوامل تكوين الأراضى ويمكن للنباتات ان تنمو عليه.**

• **المكونات الأساسيه للأرض (صور الأرض):**

تتميز الأرض بصفه عامه رئيسيه وهى أنها تعتبر نظاما معقدا"**Complex system**" ويقصد بأن الأرض تتكون بتداخل أكثر من صوره أو طور من أطوار مكوناتها وكذلك بتنوع كل صوره على حده. فالأرض تتكون أساسا من اربعة أطوار رئيسيه هى:

**(١) الطور الصلب : Solid Phase**

ويشمل كل المكونات الصلبه معدنيه كانت أو عضويه, والتى تكون الهيكل الأساسى للأرض كحبيبات الأرض الصُلبه بأنواعها وأحجامها المختلفه كالرمل والسلت و الطين وبقايا المواد العضويه نباتيه كانت أو حيوانيه.

**(٢) الطور السائل: Liquid Phase**

ويعبر عنه بمحلول الأرض "**Soil solution**" وما به من مواد ذائبه أو معلقه فى صوره غرويه, وعلى هذا الطور تعول كثير من التفاعلات والتغيرات التى تحدث فى الأرض.

**(٣) الطور الغازى : Gaseous Phase**

ويتكون من مجموعة الغازات التى تنتشر فى الفراغات البينيه للحبيبات الصلبه كالأكسجين والنيتروجين وثانى اكسيد الكربون وغيرها من مكونات الهواء الطبيعى مضافا اليها-نوعا أو كما- نواتج التفاعلات والتحللات التى تحدث فى الأرض مكونه ما يعرف بالهواء الأرضى الذى يختلف فى مكوناته عن الهواء الجوى.

**(٤) الطور الحى : Biological Phase**

ويشمل كل ما هو حى فى الأرض كالأحياء الدقيقه بصورها و أنواعها (ميكروبات- فطريات- طحالب.) والديدان الأرضيه والحشرات وجذور نباتات . وسنناقش كل هذه الأطوار منفرده, وكذلك العلاقات التى تربطهـا بشـىء مـن التفصيل فى الأجزاء الوارده بهذا الكتاب.

(حاول التعرف على نسب كل مكون من مكونات الأرض الأربعة؟؟)

**نشأة الأرض وتطورها:**

**مفهوم الأرض من الوجهة البيدولوجيه:**

تعتبر الأرض من الجهه البيدولوجيه أى من الوجهة العلميه البحته جسـم طبيعى مستقل **Independent natural body** اشتق او تكون من ماده الأصل الصخريه **Parent material** نتيجه لحدوث عمليات تكوين الأراضـى **Soil Forming Processes** تحت تأثير العوامل او الظروف البيئيه او مـا يسـمى بعوامل تكوين الأراضى **Soil Forming Factors** .

هذا الجسم الطبيعى اكتسب خواص ارضـيه محـدده **Specific soil properties** تخالف بدرجات متفاوته تلك الماده الصخريه الأصليه (الأم) التـى اشتق منها او تكون عليها. هذا التفاوت فى الأختلاف هـو مـا يسـمى بتطـور الأراضى **Soil development** والذى يستمر قائما ومتغيرا حتى تتوازن صفات الأرض مع ظروفها البيئيه.

**علاقة الدراسة البيدولوجية بفروع العلم المختلفة:**

سبق أن ذكرنا أن الدراسة البيدولوجبة تقوم على اعتبار أن الأرض جسم طبيعى فى حالة توازن ديناميكى فى الوسط الذى توجد فيه, وأنها تمثـل جـزءا مستقلا من هذا الكون وعليه فهى تؤثر وتتأثر بالأجزاء أو المكونات الأخرى لهذا الكون, وعليه فهى تتصف بأنها نظام مفتـوح Open system أى أنهـا تأخـذ عناصر ومكونات الأجزاء أو الأغلفة الأخرى, ثم بدورها تفقد عناصر ومكونات

وذلك فى دورات تعرف بعضها كدورة النيتـــروجين ودورة الكبريـــت والـــدورة المائية, وغيرها من الدورات التى تعتبر عنـصرا هاما فـــى بقـــاء الحيـــاة, أى أن الأرض دائمة الأخذ والعطاء ولهذا تتصف بانها نظام متغير. لهذا نجد أنه لكـــى نتفهم خصائص الأرض من الوجهة البيدولوجيه, أى كيفية نشأتها وتكوينها وحدود تطورها ومعدل تغير خصائصها لابد وان نتفهم تلك الظروف البيئية التى أثرت أو ما زالت تؤثر فيها, والتى تضافرت حتى جعلت هذه الأرض فى صورة تكوينيـــة ما, وكذلك يمكن التنبؤ بما ستكون عليه الأرض بعد زمن معين, كل هذا يفـــرض علينا تفهم مختلف فروع العلم التى تتصل بهذه الدراسة وهى مجموعـــة العلـــوم البيئية والطبيعية كالمناخ والجغرافيا والجيولوجيا والأحيـــاء (الحيـــوان والنبـــات والأحياء الدقيقه), وكذا مجموعة العلوم الأساسية كالطبيعة والكيمياء والرياضيات والتى يمكن من خلالها وبواسطتها تفسير تلك الظواهر والخصائص الأساسية فى نشأة وتكوين أرض ما. واذا كان الارتباط بين الدراسة الجيولوجية وتلك العلـــوم أوالفروع السابق ذكرها لازما فان ارتباطا وعلاقة أساسية توجد بين هذه الدراسة أوهذا الفرع وفروع دراسة الأرض من الجهة التطبيقية أومـــا تســـمى بالدراســـة الايدافولوجية **Edaphology** التى تقوم وتعتمد على ان الأرض وســـطا أوبيئـــة لنمـــو النبـــات **Media of Plant growth** كفـــرع تغذيـــة النبـــات **Plant Nutrition** وخصوبة الأراضى **Soil Fertility** واستصلاح الأراضى **Land Reclamation** بفروعه المختلفة كالرى والصرف وتحسين الأراضى، وكـــذلك الفروع الأخرى التى تتصل بالانتاج الزراعى عمومـــا كالمحاصـــيل والبســـاتين والغابات....الخ.

## أسئلة

## الوحدة التعليمية الأولي

١. أذكر أهم أهداف دراستك لعلم مورفولوجيا الأراضي ؟

٢. هناك عدة تعريفات للأرض ناقشه ثم وضح تعريف الأرض من الوجهة البيدولوجية ؟

٣. ارسم شكلا تخطيطيا يوضح المكونات المختلفة للأرض (صور أو أطوار الأرض) ونسب تواجدها بالتقريب ؟

٤. ارسم رسما تخطيطيا يوضح العلاقه بين فرع البيدولوجي وفروع العلم المختلفة ؟

٥. أكمل العبارات التالية:

١- تعتبر الأرض نظاما .......... يتكون بتداخل ............ أطوار رئيسية هي ..........,..........,..........,..........

٢- الأرض تكونت من ........ نتيجة حدوث عمليات ......... تحت تأثير عوامل .........

٣- تختلف الأرض عن الغلاف الجوي في انها ............... ولكن الغلاف الجوي يتكون من...............................

٤- تتشابه الأرض والغلاف المائي من حيث ..........................

٥- تتشابه الأرض والغلاف الصلب خاصة الصخور الرسوبية في ................

٦. تقوم الدراسة البيدولوجية علي اعتبار أن الأرض ....... في حالة.................

٧. لدراسة الأرض من الوجهه البيدولوجية لابد من تفهم الظروف ............

# الوحدة التعليمية الثانية

## التجوية واثرها علي الخصائص المورفولوجية للتربة

**الأهداف:**

**بعد دراسة المحتوي العلمي لهذا الباب يجب أن يكون الطالب قادرا علي:-**

1. يعرف المفاهيم العلمية الواردة بهذا الباب بدون أخطاء.
2. يدرك مدي تأثير عمليات التجوية علي الشكل الظاهري للأرض.
3. يتفهم أهم عمليات التجوية الطبيعية وميكانيكية تأثيرها.
4. يفرق بين تأثير كل من التجوية الطبيعية والكيميائية.
5. يلم بتقسيم عمليات التجوية الكيماوية حسب مكان حدوثها.
6. يشرح أثر العوامل الحيوية في تجوية صخور ومعادن القشرة الأرضية.
7. يحدد العوامل المؤثرة علي درجة الثبات النسبي للمعادن.
8. تطبيق المفاهيم العلمية لعوامل التجوية فى الواقع العملى بالمناطق الزراعية.

**العناصر:**

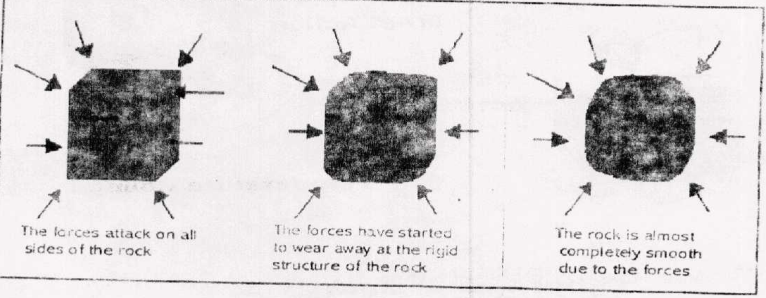
1. مقدمة.
2. التجوية الطبيعية وأهم عملياتها Physical weathering.
3. التجوية الكيميائية Chemical weathering.
   أ-عمليات التجوية الجيوكيميائيه.
   ب-عملية التجوية البيدوكيميائية.
4. التجوية الحيوية Biological weathering .
5. العوامل المؤثره علي درجة الثبات النسبي للمعادن.

## الوحدة التعليمية الثانية

## التجوية واثرها علي الخصائص المورفولوجية للتربة

**مقدمة:**

التجوية هى العمليات الخارجية **Exogenic** التي تحدث للصخور والمعادن بالطبقة السطحية من القشرة الأرضية، من تكسير طبيعى وتحول كيميائى وحيوى وتؤدى الى تفتيت وتحلل الصخر. فصخور القشرة الأرضية نشأت تحت ظروف حرارة وضغط مرتفعين داخل الأرض خصوصا الصخور النارية والمتحولة باستثناء الصخور البركانية التي تكونت تحت الضغط العادى. وبتعرض هذة الصخور والمعادن للظروف الجوية على سطح الأرض فانها أصبحت تحت ظروف مخالفة لظروف تكوينها، وبالتالى فهى غير متزنة مع الوسط الجديد. وعند خروج الصخور النارية من باطن الأرض فان الانخفاض في الضغط يجعل المعدن غير ثابت وتحدث به تحولات لتعديل هذا التغير وهو ما يعرف بنظرية التعديل **Moderation theorem** وينتج عن ذلك تكوين معادن أقل كثافة وبالتالى تشغل حجما أكبر يتناسب مع هذا الانخفاض. كذلك فان انخفاض درجة الحرارة يتم معادلته بدخول المعدن في تفاعلات طاردة للحرارة وتكوين معادن جديدة. وهذة المعادن الجديدة تكون حبيباتها ناعمة جداً ويطلق على عملية تحول المعدن لملائمة التغير في الضغط ودرجة الحرارة بظاهرة **Epimorphism**. ويلاحظ أن تجوية الصخور تستمر حتى تصل الى حالة أكثر ثباتاً باتزانها تحت تأثير العوامل الجوية من حرارة ورطوبة ورياح. **(شكل1).**



**اولا: التجوية الطبيعية Physical weathering:**

تتعرض صخور القشرة الأرضية للظروف الجوية علي سطح الأرض والتي هي مخالفة لظروف تكوينها داخل الأرض وبالتالي فهي غير متزنة مع الوسط الجديد تتسبب التجوية الطبيعية في زيادة السطح النوعي للصخر مما يمهد لنشاط التجوية الكيماوية. ولكى نوضح أثرعملية التجوية الطبيعية على زيادة مساحة سطحها النوعى نأخذ مكعباً طول ضلعه 2 وحده فتكون مساحة اسطحه هى شكل 24 وحده مربعه وبتقسيم المكعب تصل الى 96 وحده مربعه(شكل 2)، ومن هنا ندرك التأثير الهائل للتجوية الطبيعية على زيادة مساحة السطح النوعى للصخور مما يعكس أثره على نشاط عمليات التجوية الكيميائية والحيوية.

Mechanical weathering increases the surface area of rock exposed to chemical weathering

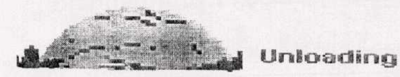
2 — 4 square units | 1 — 1 square unit | .5 — .5

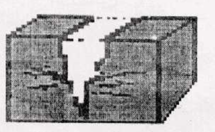
4 square units × 6 sides × 1 cube = 24 square units

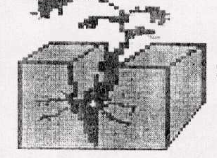
1 square unit × 6 sides × 8 cubes = 48 square units

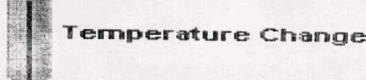
.25 square unit × 6 sides × 64 cubes = 96 square units

**شكل 2: يوضح دور التجوية الطبيعية فى زيادة السطح النوعى للصخور.**



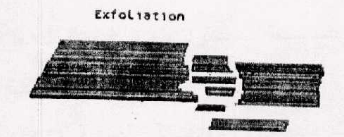



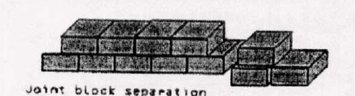



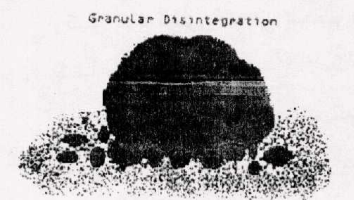



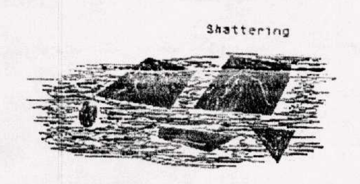

شكل 3:يوضح تأثيرات التجوية الميكانيكية

Some of the ways rocks can break




**شكل 4: يوضح الأثر الميكانيكي للتجوية على الصخور.**

ويلاحظ أن عمليات التجوية الطبيعية تكون هى السائدة في المناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال بالنسبة لكثير من الأراضي المصرية الصحراوية حيث تتسبب قلة الأمطار في ضعف تأثير عمليات التجوية الكيميائية والحيوية على تكوين وتطور القطاع التربة.

أهم عمليات التجوية الطبيعية:

أ- تعتبر الصخور بصفة عامة مواد رديئة للتوصيل الحرارى لذا فان أسطحها الخارجية ترتفع درجة حرارتها بارتفاع حرارة الجو في حين تظل درجة حرارة الجزء الداخلى منخفضة والعكس بانخفاض درجة حرارة الجو. ويتسبب ذلك في حدوث عمليات تمدد وانكماش متبادلة بالأسطح الخارجية للصخر أكثر منها في الداخل وينتج عنها ضغط داخلى بالصخر **stress** مسببا تشقق أسطحه وتكسرها. ويطلق على هذا النوع من التجوية التجوية بالعزل **Insolation weathering** وهذا العامل له أهميته بالنسبة للمناطق الصحراوية حيث تحدث تغيرات كبيرة في درجة الحرارة اليومية ومن المألوف سماع صوت يشبه طلقات المسدس بالصحارى الجافة وقد أتضح أنه

ناتج من تشققات الصخر بتأثير تغير درجات الحرارة ويؤثرتفتيت الصخر على زيادة مساحة سطحه النوعى(أنظر شكل 2).

2- تبلور الأملاح من محاليلها **Crystallization** داخل الشقوق والفجوات وتنمو هذة البللورات في الحجم **Crystal growth** محدثا ضغطا داخليا كافيا لتحطم الصخر ومن الأمثلة البيدولوجية على ذلك تكون الأفق الكالسى فبللورات كربونات الكالسيوم تنمو بين حبيبات السيلكا الأصلية وتدفعها بعيدا عن بعضها. وفى حالة الصخور المسامية فان تبللور الأملاح من محاليلها يحدث داخل الصخور السطحية مسببا تكسر الصخر أو تفكيك وتباعد صفائحة وقد تم تسجيل حدوث ضرر كبير بآثار معبد الكرنك وأبو الهول بسبب العامل. هذا ويساعد ارتفاع درجة الحرارة على التجوية بتبللور الأملاح.

3- نظرا لأن الصخور يدخل في تركيبها العديد من المعادن والتى تختلف معاملات تمددها لذا فان تغيرات درجة الحرارة يصاحبها عمليات تمدد وانكماش غير متماثلة بجميع أجزاء الصخر مسببا تشققه وتفتته.

4- عند انخفاض درجة الحرارة لأقل من 4°م فان الماء الموجود بشقوق وفجوات ومسام الصخر يتجمد فيزداد حجمه بنسبة 9% من الحجم الأصلى وهذا ينشأ عنه ضغط داخلى على الأسطح الخارجية لكتل الصخور يعادل 890كيلوجرام/سم$^2$ يساعد على تفتيت الصخر كذلك فان تجمد الماء البللورى بالأملاح يحدث التأثر نفسه. معاملات التمدد الحرارى للأملاح المترسبة بشقوق وفجوات ومسام الصخور أكبر كثيرا من معاملات تمدد الصخور وبالتالى فان ارتفاع درجة حرارة الصخر يؤدى لحدوث ضغط داخلى عليه مسببا تكسره وتفتيته (شكل 4).

5- عملية التأدرت للأملاح **Hydration** مثل تحول الأتهيدريت الى جبس يصاحبها زيادة كبيرة في الحجم تعادل 33% من الحجم الأصلى. وهذا يشكل ضغطا على الصخور المصاحبة مسببا تفتتها. كذلك فان تأدرت

معادن الطين يلعب الدور نفسه فمعدن طين المونتموريللونيت يمتص الماء بين طبقاته وينتفخ من A14° الى A 17° انجستروم مسببا حدوث ضـــغط هائل يؤدى لانهيار المبانى الخرسانية المقامة فوق هذا النوع مـــن الطـــين ومن الأمثلة الأخرى تأدرت الهيماتيت الى ليمونيت .

$$2Fe_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3.3H_2O$$

6- خف الحمل **Unloading** أو إزالة الضغط فوق الصخور بتعرية الطبقـــات السطحية من الصخر فيزول الضغط على الطبقـــات التـــي كانـــت تحتهـــا وتتعرض لعوامل التجوية. ويلاحظ ذلك بقمم المرتفعات الجرانيتية والحجر الرملى .(انظر المعامل الإفتراضية)

7- تأثير التآكل بالاحتكاك **Abrasion** عند انزلاق صخر فـــوق آخـــر أثنـــاء سقوطه بفعل الجاذبية أو حركته بفعل تيارات المياه والهواء وما يحملاه من حبيبات عالقة يسبب تآكل الصخور في مواضع الاحتكاك حتى في الصخور الصلبة ومن الأمثلة على ذلك تكوين مجارى الأنهـــار مثـــل نهـــر النيـــل والمسيسبى والأمازون والوديان مثل وادى حنيف بالمملكة العربية السعودية (شكل 4).

8- أثر المد والجزر **High and Low Tides** ويحدث المد والجـــزر نتيجـــة محصلة القوى المركزية الطاردة والجاذبية خصوصا بين الأرض والقمـــر ولحد ما الشمس أيضا ونظرا لأن مياه البحار والمحيطات قابلة للحركة لذا فهى تتجذب في الاتجاه المواجه للقمر والذى يدور حول الأرض مرة كـــل 12 ساعة و25 دقيقة ويتأخر ظهوره 51 دقيقة كل يوم ويترتب على ذلـــك حدوث تذبذب في مستوى الماء بالسواحل والذى يمتد أثره علـــى تذبـــذب مستوى الماء الأرضى لمسافات بعيدة للداخل. وينتج عـــن ذلـــك حـــدوث عمليات تجوية داخلية بالتربة من إذابة وترسيب وتمدد وانكماش ونقل مواد وخلافه، هذا بالإضافة للعمليات الخارجية من تعرية وإذابة ونقل وترسيب بالمناطق الساحلية.

9- تكرار تشرب الماء **Slaking** والجفاف يؤدى لحدوث عمليات تمدد وانكماش متتابعة بالصخر تساعد على تكسره فالتغير في حجم الصخر بالابتلال يعادل وقد يزيد على التغير في الحجم نتيجة التمدد الحرارى وتختلف مواد التربة في قابليتها للتمدد بتشرب الماء فبعضها لا يتأثر بدرجة ملحوظة والبعض الآخر يستجيب للتمدد مثل أنواع الطين المتمدد والتى يؤدى تمددها أسفل الأساسات الى تصدع وتهدم المبانى الشامخة.

10- الضغط الميكانيكى الذى تحدثه جذور النباتات الممتدة بين شقوق الصخور مسببا إزاحتها من مكانها وتكسرها.

11- تأثير الحيوانات القارضة والحشرات خصوصا الديدان الأرضية والتى توجد بأعداد هائلة بالتربة وتقوم بعمل جحور وممرات لها فتقوم بتفتيت كميات هائلة من تحت التربة ونقلها لسطح التربة (شكل 4).

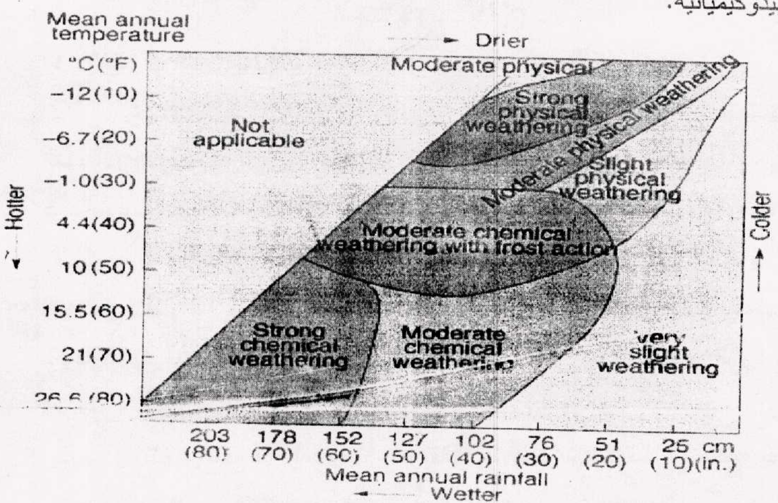
12- حرائق الغابات بالمناطق شبه الجافة والتى يسببها البرق تتسبب في تكسر وتفتت الصخور المعرضة للحرارة العالية وقد تتصدع الجبال ويحدث بها انهيارات شديدة.

بالإضافة لما سبق فانه توجد كثير من عوامل التجوية الطبيعية الأخرى إلا أننا نحب أن نشير الى تأثير الهزات الأرضية والزلازل والبراكين في إحداث التغييرات المفاجئة من تكسير وتحطيم لصخور القشرة الأرضية وتغيير معالم الطبيعة الجغرافية.

**ثانيا : التجوية الكيميائية Chemical weathering:**

تعزى التجوية الكيميائية لعدم وصول الصخور والمعادن لحالة اتزان مع الوسط المحيط من ماء وحرارة وضغط. وهذا راجع لأن بيئة التربة **Soil Environment** في تغير ديناميكى مع الزمن وبالتالى فان نواتج التجوية في تفاعلات جديدة ويظهر الأثر الفعال للتجوية الكيميائية في المناطق الرطبة والحارة الرطبة فالماء يعتبر من أهم العوامل المشجعة للتفاعلات الكيميائية نظرا لما له من خواص قطبية وبما يحتويه من غازات ذائبة خصوصا ثانى أكسيد الكربون

والأكسجين. كذلك فان درجة الحرارة لها تأثير كبير علــى ســرعة التفــاعلات الكيميائية التي تتضاعف كلما رفعنا درجة الحرارة 10ْم. الا أنه يجب أن يؤخــذ في الاعتبار أن تراكم المواد المجواة بالمحلول الأرضى يحد من استمرار تــأثير الاذابة بارتفاع الحرارة. وهناك العديد من عوامل التجويــة الكيميائيــة ويمكــن تقسيمها حسب مكان حدوثها الى عمليات تجوية جيوكيميائية وعمليــات تجويــة بيدوكيميائية.




**شكل5:يوضح علاقة التجوية الكيميائية بكل من عاملي المطر ودرجات الحرارة.**

**عمليات التجوية الجيوكيميائية Geochemical weathering:**

هى عمليات التفتت والتحول الكيميائى للصخور والمعادن وما يصــاحبها من عمليات تكوين التربة والتى تحدث أسفل طبقة الاستزراع بــالأفق C. وأهــم عمليات التجوية الكيميائية هى الأكسدة والاختــزال ،دورة الأكســدة والاختــزال والإذابة والتحلل المائى والخلب.

**1- الأكسدة Oxidation**

وهى أهم العمليات التي تحدث بالصخور والتربة تحت ظـروف جيـدة التهوية خصوصا عند قلة المتطلبات الحيوية للأكسجين. وفى هذة الحالة يكـون هناك إمداد كاف من الأكسجين يوجه أساسا لعمليـات الأكسـدة. وأهـم هـذى التفاعلات هو تحول الحديدوز الى حديديك بفقد الكترونات .

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

**1- الاختزال Reduction**

يحدث الاختزال عادة تحت ظروف الأراضى الغدقة أو ارتفاع مسـتوى الماء الأرضى حيث يكون الامداد بالأكسجين منخفضا والمتطلبـات البيولوجيـة عالية. وينتج عن ذلك اختزال مركبات الحديد الى حديدوز سريع الحركة بالتربـة وفى حالة وجود حركة سفلية أو صرف خارجى للماء الأرضى فان الحديد يفقـد كلية من النظام أما اذا لم يكن هناك صرف خارجى فان الحديدوز يظل بالنظـام مكونا كبريتيدات ومركبات مرتبطة بها وهذا يضفى على التربة الألوان الزرقـاء المخضرة المميزة لظروف الاختزال واذا كان الحديدوز في صورة أكاسيد متأدرتة فهذا يسبب ظهور تبقع في المدى بين البرتقالى والأصفر وهذة الظاهرة تكون عادة مرتبطة بمحتوى عال من المادة العضوية.

**2- دورة الأكسدة والاختزال Oxidation-Reduction Cycle**

يعتبر تذبذب ظروف التربة بين الأكسدة والاختزال من المظاهر المألوفة بالأفق C وهذة الذبذبة ناتجة عن الاختلافات الجوية على مدار السـنة أو وجـود الأرض في بيئة مختزلة أثناء التجوية الجيوكيميائية ثم تحت ظروف أكسدة عنـد تحول الصخر لمادة أصل (أفق C) وهذا التغير قد يحدث نتيجة خفـض سـطح الأرض بالتعرية أو ارتفاع مستوى الأرض **Uplift** بالمناطق الساحلية أو خفض مستوى الماء الأرض أو عقب انتهاء زراعـة الأرز بـالغمر **Paddy rice** أو بتذبذب المد والجزر **High and low tides** وقد وجد أنه بزيادة حموضة التربة فان الحديدوز يميل للثبات حتى مع زيادة ظروف الأكسدة من بسيطة الى متوسطة

وهذا معناه أنه بالرغم من توافر ظروف الأكسدة فقد نجد حديدوز بالتربة بسبب حموضتها والتى تمنع أكسدته ويلاحظ أن المنجنيز يتبع نفس الاتجاه ولكن نظرا لأن جهد اختزاله أعلى من الحديد لذا فهو أكثر مقاومة للأكسدة بارتفاع الرقم الهيدرجينى.

**3- التأدرت Hydration Cycle**

**التأدرت هو عبارة عن ارتباط جزئيات الماء أو مجموعات الهيدروكسيل بالمعادن**. وهو عادة ما يكون غير مصحوب بتغيرات كيميائية ويحدث أساسا على أسطح وحواف المعادن. وقد يشمل كل البناء البللورى للأملاح البسيطة مع بعض التغيير في خواصها ومن أهم الأمثلة على هذا التغير هو تأدرت الانهيدريت الى الجبس مع زيادة كبيرة في الحجم تعادل 33% من الحجم الأصلى.

$$CaSO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O$$

**Gypsum Anhydrite**

ومن الأمثلة الأخرى الشائعة تأدرت أكاسيد الحديد كما في حالة الهيماتيت مكونا الجيوثيت وبالرغم من أن هذا التفاعل يحدث في الاتجاهين الا أن التتابع الزمنى في الأراضى الجيدة الصرف يظهر أن الهيماتيت هو الأكثر ثباتا ويظهر ذلك في احمرار لون التربة.

$$Fe_2O_3 + H_2O \underset{\text{Dehydration}}{\overset{\text{Hydration}}{\rightleftharpoons}} FeO(OH)$$

**Hematite Geothite**

ومن الشائع امتصاص جزيئات الماء على أسطح المعادن وارتباط مجاميع الهيدروكسيل وجزيئات الماء على أسطح الألومينا والسيلكا عند الحواف المتكسرة لمعادن السليكات الطبقية كما في حالة الميكا. وهذا الامتصاص يعمل كقنطرة لدخول أيونات الهيدرونيم $H_3O$ لغزو التركيب البللورى للمعدن وتعتبر هذة الخطوة هى بداية لعملية التحلل المائى.

**4- <u>التحلل المائى Hydrolysis</u>**

هو عبارة عن عملية غزو أيونات الهيدروجين الصغير الحجم العالى لشحنة (الهيدرونيم $H_3O^+$) للبناء البللورى للمعادن والصخور وينتج عن ذلك احلال أيونات الهيدروجين محل بعض الأيونات الأساسية في التركيب البللورى مؤديا لتفكك وانهيار بناء الصخر. والماء الطبيعى يحتوى عادة على غازات ذائبة من الهواء الجوى مثل ثانى أكسيد الكربون معطيا حمض الكربونيك الذى يتأين وتنفرد منه أيونات الهيدروجين. ومن أهم المصادر الأخرى لأيونات الهيدروجين هو حمض الكربونيك والأحماض العضوية الناتجة من تحلل المواد العضوية والنشاط البيولوجى بالتربة كما هو واضح من المعادلات التالية:

$$H_2O + H_2CO_3 \rightleftharpoons H_3O^+ + HCO_3^-$$

$$H_3O^+ \rightleftharpoons 2H^+ + OH^-$$

وتحدث عملية التحلل المائى تحت جميع الظروف خصوصا بالمناطق الاستوائية الرطبة الحارة وحتى في منطقة الجليد فقد ثبت أن هذة العملية قد تكون هى السائدة نظرا لوفرة الماء وقلة نشاط النبات ونواتج التحلل المائى للسليكات هى عادة حمض سلسيلك وأيونات بيكربونات ومجموعات هيدروكسيل وكاتيونات وفى حالة وجود الألومينا فان الألومونيوم ينفرد أيضا ويعاد ترتيبه مع السيلكا لتكوين معادن الطين كما في المعادلات الآتية :

$$\text{Silicates} + H_2O + H_2CO_3 \rightleftharpoons \text{Cations}^+ + OH^- + HCO_3^- + H_4SiO_4$$

$$\text{Aluminosilicates} + H_2O + H_2CO_3 \rightleftharpoons \text{Cations}^+ + OH^- + HCO_3^- + H_4SiO_4 + \text{Clay minerals}$$

والكاتيونات الناتجة من عملية التحلل المائى تظل بالمحلول الأرضى أو تدخل بالتركيب البللورى لمعادن الطين أو تتبادل على أسطحه. والبعض الآخر يدخل في دورة حياة النبات أو يغسل خارج النظام ومعها البيكربونات. ويلاحظ أن

تحلل الصخور ينتج عنه كميات من السيلكا أكثر من المطلوب للارتباط مع الألومينا لتكوين معادن الطين. هذا بالاضافة لأن السيلكا تظل فى صورة ذائبة تحت ظروف تركيز أيونات الهيدروجين العادية كل ذلك يشجع على غسيل السيلكا وخروجها من النظام وبعكس السيلكا فان الألومينا تكون قليلة الذوبان تحت الظروف العادية لذا فهى تتركز عادة في محيط التجوية في صورة أكاسيد متأدرتة أو ترتبط ببعض السليكا مكونة معادن الطين. ويتبع الحديد الى حد ما سلوك الألومونيوم نفسه بالاضافة الى أنه يضفى على التربة والصخور المجواة ألوان الأكسدة والاختزال المألوفة.**كما يتحلل الفسبار الصودى Albite معطيا معدن طين الموزنتيموريللونيت كما في المعادلات الآتية:**

$$2KAlSi_3O_8 + 2H^+ + 9H_2O \rightleftharpoons H_4Al_2Si_2O_9 + 4H_4SiO_4 + 2K^+$$

**Orthoclase** **Kaolinite**

$$3KAlSi_3O_8 + 2H^- + 12H_2O \rightleftharpoons KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + H_4SiO_4 + 2K^+$$

**Orthoclase** **Illite**

$$KAlSi_3O_8 + 4H^+ + nH_2O \rightleftharpoons (Al_{0.5}F^{3+}{}_{0.7}Mg_{4.8})(AlSi)O_{20}(OH_4).nH_2O$$

**Orthoclase** **Vermiculite**

$$8NaAlSi_3O_8 + 6H^+ + 28H_2O \rightleftharpoons 3Na_{0.66}Al_{2.66}Si_{3.33}O_{10}(OH)_2 + 14H_4SiO_4 + 6Na^+$$

**Albite** **Montmorillonite**

ونظرا لعدم ثبات حمض السيلسيلك المنفرد من التفاعلات السابقة لذا فهو غير هام. وفى الحقيقة فان السيلكا الناتجة من تحلله تتفاعل مع الألومينا وتعيد ترتيب ذرات الهيدروجين والهيدروكسيل وتكونا معدن الألوفين الأمورفى **Allophane** أو الهالوسيت المتبلور $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ وقد وجد أن استمرار عملية التحلل المائى يترتب عليها خروج البوتاسيوم مسببا انخفاضا تدريجيا في تركيز أيون الهيدروجين وارتفاع الرقم الهيدروجينى عن 5 وتحت هذة الظروف فان الألومينا تبدأ في الترسيب على أسطح المعدن في صورة هلامية تعيق استمرار خروج السيلكا **Blocking effect** وهذا يحد من عملية تجوية الأراض

الحامضية ومن هنا يتضح أنه لاستمرار عملية التحلل المائى فانه يجب أن تغسل الكاتيونات من وسط التجوية وبالتالى يزاد تركيز أيونـــات الهيـــدروجين فينشـــط التفاعل ثانية. وعند أرقام هيدروجين مرتفعة فان الوسط يحتوى على عديد مـــن الهيدروكسيدات التي تتحد مع كل من السيلكا والألومينا وتجعلهما في صورة ذائبة وبذلك تزداد سرعة التجوية في الوسط القلوى.

ومن الآثار الهامة لتفاعلات التحلل المائى هى أن أيونـــات الهيـــدروجين تستهلك تدريجيا باحلالها محل الكاتيونات الأساسية في التركيب البللورى. ويترتب على ذلك انتاج هيدروكسيدات فيصبح المحلول أكثر قاعدية وهذا التـــأثير يظهـــر بوضوح عند طحن معادن السيلكا والألومينوسليكات في الماء المقطر. ورقم pH هذا لمعلق يسمى pH مطحون الصخور **Abrasion pH** وهـــو يعتبـــر دالـــة لسرعة خروج الكاتيونات من البناء البللورى للصخور بالتحلل المائى. وقد وجـــد أن رقم pH معلق مطحون الصخر المجوى أقل من مثيله في الصـــخر الأصـــلى بسبب إزالة بعض الكاتيونات من الوسط وهذا يعلل انخفاض الرقم الهيـــدروجينى لمطحون معادن الطين عن مطحون الصخور المكونة لها وقد أوصى باستخدام هذا الرقم كمقياس للتجوية .

5- <u>الإذابة وأثر ثانى أكسيد الكربون</u>

يمكن القول إن الإذابة هى أولى مراحل التجوية الكيميائية وهى عبارة عن عملية إذابة الأملاح البسيطة في الماء. ويلاحظ أن تحليل مياه المجارى المائية يعطى فكرة عن الصخور المارة بها لما تحتويه من مواد ذائبة. ويختلف تأثير الإذابة باختلاف نوع الملح فذوبان كربونات الكالسيوم يكون بطيئا جدا (0.0013%) في حين أن ذوبان الجبس يكون بطيئا نوعا (0.24%) أما كلوريد الصوديوم والماغنسيوم فتأثير الإذابة على تجويتها يكون كبيرا جدا (26.4%، 41% للملحين على التوالى) وقد وجد أن البازلت والهورنبلند والأرثوكلاز يزداد ذوبانها 3-14 مرة في الماء المالح عما في حالة الماء العذب كما ترتفع درجة حرارة ذوبان كربونات الكالسيوم بنسبة 10% .

يعتبر الماء العدو التقليدى للفلسبارات والمعادن السليكاتية المكونة للصخور وكما هو معروف فان ارتفاع درجة الحرارة له تأثير ملحوظ على ذوبان الأملاح بالتربة وعلى الأخص بالنسبة للأملاح القليلة الذوبان. ويلاحظ أن وجود ثانى أكسيد الكربون الذائب بالماء يزيد كثيرا من نسبة ذوبان كربونات الكالسيوم وبعكس المألوف في الأملاح فان انخفاض درجة الحرارة يساعد كثيرا على ذوبان ثانى أكسيد الكربون في الماء ويستفاد من هذة الظاهرة في التخلص من الكربونات بالأراضى الجيرية عند إجراء التحاليل المنرالوجية.

وبالرغم من اختلاف نسبة ثانى أكسيد الكربون بالجو من مكان لآخر إلا أننا يمكن اعتبار تركيز 0.03% بالحجم كنسبة بسيطة. وتقوم جذور النباتات والأحياء الدقيقة بالتربة بعمليات تنفس تؤدى الى زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون بهواء التربة والتى قد تصل الى 100% بعد استهلاك الأكسجين والنيتروجين ويلاحظ أن ثانى أكسيد الكربون يذوب في الماء مكونا حمض الكربونيك ويزداد ذوبانه بزيادة ضغطه الجزئيى **Partial pressure** بالجو المحيط وهذا بالتالى يسبب حدوث انخفاض تدريجى في درجة الـ pH مما يعكس أثره على ذوبان الصخور والمعادن.

**<u>تأثير أيون الأيدروجين:</u>**

درجة تركيز الهيدروجين $[H^+]$ لها تأثير كبير على ذوبان مكونات المعادن والصخور فمثلا درجة ذوبان الحديد تزيد 100.000 مرة عند خفض الرقم الهيدروجينى pH من 8.5 إلي 6 ومن الأمثلة التطبيقية على ذلك في الطبيعة مياه بعض الأنهار المائلة للحموضة والتى غالبا ما تحتوى على حديد ذائب. وهذة عند اختلاطها بمياه البحر التي تكون عادة مائلة للقلوية (pH 8-9) فان الحديد الموجود بها يترسب عند مصبات الأنهار والدلتا. ومن الأمثلة الأخرى الهامة لتأثير درجة تركيز أيون الهيدروجين على تجوية صخور ومعادن الألومينوسليكات هى ذوبان السيلكا والألومينا فعند درجات pH أقل من 4 تكون الألومينا أكثر ذوبانا من السيلكا وبالتالى لا يحدث ترسيب للألومونيوم مثل كثير

من مناطق أوروبا وشرق أمريكا ومناطق البراكين والينابيع الحارة والماء الأرضى ببعض المناجم. وبارتفاع الرقم الهيدروجينى بين 5-9 يبدأ ترسيب الألومونيوم في حين يزداد ذوبان السيلكا.وجدير بالذكر أن وجود أيون مشترك **Common ion** بالوسط يقلل كثيرا من درجة ذوبان الأملاح كما هو الحال عند وجود كل من الصوديوم والماغنسيوم في صورة كلوريدات فعند إضافة كميات من كلوريد الماغنسيوم الى كلوريد صوديوم فان درجة ذوبانه تقل بالتدريج.

**عمليات التجوية البيدوكيميائية Pedochemical Weathering**

هناك بعض عمليات التجوية التي تحدث جزئيا أو كليا بطبقة الاستزراع (الأفق B,A) أو على الأقل يكون أقصى نشاطها بهذة الطبقة. وتسمى هذة العمليات بالعمليات البيدوكيميائية وتعتبر العمليات البيدوكيميائية هى الشاغل الرئيسى لعلماء البيدولوجى نظرا لأهميتها في تطور قطاع التربة ومع ذلك فهذا لا ينفى حدوث بعض هذة العمليات جزئيا في التجوية الجيوكيميائية بالأفق C وفيما يلى أهم العمليات البيدوكيميائية:

- **دورة الأكسدة والاختزال**
**Oxidation Reduction Cycle**

تحدث هذة العملية نتيجة التبادل بين الأكسدة والاختزال تتفرد أكاسيد الحديد والمنجنيز من المعادن الأولية بطبقة الاستزراع في صورة تبقعات **Mottling** وتجمعات **Concretion** وتظهر أهمية ذلك خصوصا عند تهدم معادن الطين وتحولها نتيجة تعرضها لتغيرات شديدة في ظروف الأكسدة والاختزال بالأراضى الرديئة الصرف خصوصا بالمناطق الساحلية المنخفضة فالحديد الذائب $Fe^{2+}$ يتبادل مع الألومنيوم ببناء المعدن تحت ظروف الاختزال وعند تغير الظروف للأكسدة يبدأ الألومونيوم في العودة ثانية محل الحديد ويترتب على تذبذب دخول وخروج الألومونيوم والحديد حدوث خلل وتهدم لبناء معدن الطين وتدهور التربة .

- **انفراد الألومونيوم من مواقع التبادل ببناء معدن الطين**

**Shuttling of Aluminum from Clay Lattices**

تعتبر هذة العملية هى المسئولة عن تهدم معادن الطين خصوصا المونتيموريللونيت حيث ينفرد الألومونيوم من مواقع التبادل بالبناء البللورى لمعادن الطين بطبقة الاستزراع على صورة أكاسيد متأدرتة. وتحدث هذة العملية لمعادن الطين المشبعة بالكالسيوم والماغنسيوم عند إحلال الهيدروجين محلها تحت الظروف الحامضية. ويؤدى ذلك الى عدم ثبات المعدن وخروج الألومونيوم من البناء البللورى وتهدمه جزئيا ويؤدى التحلل المائى لأيونات الألومونيوم ($Al^{3+}$) الى إنتاج زيادة من أيونات الهيدروجين ($H^{+}$) في المحلول الذى يغزو بدوره معدن الطين ويؤدى الى زيادة هدم.المعدن وهذة العملية هى المسئول الرئيسى عن تهدم المونتيموريللونيت الموروث **Inherited** بطبقة الاستزراع ويشجع على حدوثها المطر الغزير والحرارة المرتفعة.

- **إزالة البوتاسيوم بين الطبقى من الميكا**

**Potassium Removal from Micas**

تحدث هذة العملية في التجوية البيدوكيميائية لطبقة الاستزراع كما هو الحال في التجوية الجيوكيميائية فمن المهم وجود إمداد عال من أيون الهيدرونيم تكفى لمهاجمة الكمبات الكبيرة من الميكا ويلاحظ أن ازالة كمية قليلة أو متوسطة من البوتاسيوم بين الطبقى بالميكا لا ينتج عنها تشوه كبير أو اختلال في انتظام الطبقات. الا أنه بإزالة كمية كبيرة من البوتاسيوم الطبقى (50%) فان ذلك يؤدى الى اختلال انتظام الطبقات وتشوهها وبالتالى لا يكون هناك مجال لإعادة تثبيت البوتاسيوم ويظل فى صورة ميسرة للنبات **(White, 1962 and White *et al.*, 1959)** وعند إزالة كل البوتاسيوم بين الطبقى فان الميكا تتحول الى معادن طين الفرميكوليت والمونتيموريلونيت.

## • دخول الألومونيوم بين طبقات معادن الطين 1:2
## Aluminum Interlayering

تحدث هذة الظاهرة بالأراضـــي الحامضـــية وتعتبـــر مـــن التحـــولات البيدوجينية الهامة فيدخل هيدروكسيد الألومونيوم على شكل جزر بـــين طبقـــات الفرميكوليت وأحيانا المونتموريللونت ومثل هذة المعادن تسمى معـــادن متداخلـــة Intergraded 2:2-1:2 وينتج عن ذلك تعادل بعض الشحنات وانخفاض السعة التبادلية الكاتيونية .CEC ويلاحظ في هذة الحالة أن الألومنيـــوم بـــين الطبقـــي يصعب تبادله أو إخراجه من البناء الطبقى ثانية.

### 1-أثر المواد المخلبية Chelating:

هناك دلائل كثيرة على أثر المواد المخلبية بالنسبة للتجوية البيدوكيميائية فالمواد المخلبية قد تفوق عملية التحلل المائى في تأثيرها ويكون ذلك على الأخص عند قلة الكاتيونات الثنائية والنيتروجين بالمناطق الباردة فهذة الظروف تشجع على تكوين حمض الفولفيك Fulvic acid ذى النشاط المخلبى القوى. والمواد المخلبية تتكون بالتربة نتيجة بعض العمليات الحيوية سواء كانت نباتية أو حيوانية وتركيب هذة المواد معقد ولكن يمكن وصفه بأنه تكوين أكثر من رابطة حلقية بين العنصر المخلوب وجزئي المركب العضوى المخلبى وينتج عن هذا الارتباط انفراد أيونات الهيدروجين من المركب ودخولها في عمليات تحلل مائى بينما تظل الكاتيونـــات المخلوبة في صورة ذائبة قابلة للغسيل أو الامتصاص بالنبات وتختلف درجة ثبات الروابط الناتجة باختلاف درجة تركيز أيونات الهيدروجين بالوسط.

وقد ثبت أن عملية الخلب لها تأثير كبير في التجوية البيدوكيميائية حيـــث تزيد من معدل خروج بعض الكاتيونات من التركيب البنائى للمعدن بسرعة أكبر من تأثير أيونات الهيدروجين وحدها. فمثلا أيون الألومونيوم ينفرد في الأراضـي الحامضية عند درجات تركيز أيون هيدروجين أقل من 5 ويكون في صورة ذائبة وبارتفاع رقم الهيدروجين عن ذلك فان الألومونيوم يبدأ في الترسيب أمـــا عنـــد وجود المواد المخلبية فإنها ترتبط بالألومونيوم وتجعله في صـــورة ذائبـــة رغـــم

ارتفاع رقم الـــpH وبذلك تحد من التأثير المثبط للقلوية فتستمر تجوية المعـــدن. ومن الأمثلة الأخرى ارتباط مركب الفرسين **Versenate** (الاثيلين ثنائى الأمين رباعى حمض الخليك **EDTA**) بالحديد وخلبه في صورة ذائبة قابلة للامتصاص بواسطة النبات أو للإزالة خارج الوسط. وقد وجد أن الأشـــنات Lichens التـــي تنمو على سطح الصخور تحدث تجوية ملحوظة لهذة الصخور بما تفرزه من مواد مخلبية.

وهناك عدد كبير جدا من المركبات المخلبية بالتربة مثل بعض الأحماض الأمينية وأحماض الستريك اللاكتيك الترتريك الماليك كذلك الكلورفيل وأنزيمـــات الكتاليز والبيروكسيدز وغيرها. وتنتج المواد المخلبية من مصادر عديـــدة أهمهـــا افرازات جذور النباتات الحية والكائنات الدقيقة بالتربة ســـواء حـــرة أو متطفلـــة والمخلفات العضوية المتحللة ومن العناصر التي ثبت إزالتها من المعـــادن عـــن طريق التجوية بالخلب الكالسيوم والفسفور والحديد والألومنيوم.

**ثالثا: التجوية الحيوية Biological Weathering**

يرى البعض إدماج هذا النوع من التجوية تحت كل من التجوية الطبيعية والكيميائية إلا أن البعض الآخر يرى أن تناقش كعامل مستقل نظرا لأهميتها.

فالتجوية الحيوية عامل هام خصوصا فـــي المراحـــل الأولـــى لتجويـــة الصخور فقد ثبت أن الأشنات Lichens هى عبارة عن مستعمرات مشتركة من الفطريات والطحالب يمكنها الحياة فوق الصخور النارية العارية محتفظة بغشـــاء من الماء عند ابتلالها مما ينشط عمليات التجوية الكيميائية. وتعيش الأشن عيشـــة تبادلية فالفطريات تمد الطحالب بالماء والمواد المعدنية وتقوم الطحالـــب بعمليـــة التمثيل الضوئى وتمد الفطريات بالمواد الكربوهيدراتية وهيفات الفطر لها مقـــدرة على اختراق مستويات انفصال الميكا والفلسبارات **Cleavage planes** والتغلغل بمسام الصخور وتبدأ في تجويتها بما تفرزه من ثانى أكسيد الكربون والأحمـــاض العضوية وتستخلص هيفات الفطر العناصر الغذائية من الصخور المجواة وتحولها الى صورة صالحة للامتصاص بواسطة النباتات الراقية ويلاحـــظ أنـــه بمـــوت

الأشنات فان بقاياها تعتبر قاعدة لنمو الموس **Mosses** والنباتات الراقية. كما أن بقايا الأشن مضافا إليها نواتج التحلل المعدنى للصخور يكونان طبقة غنية بالدبال فوق سطح الصخر والتى تعتبر بداية تكوين قطاع التربة ونظرا لأن هذة القشـرة من التربة ذات تأثير حامضى لذا فانها تكون ذات مقدره أكبر على تحلل الصخر وإذابته وبالتالى تعميق قطاع التربة.

ويلاحظ أن البكتريا والأكتينوميسيتس هى أكثر الأحياء الدقيقـة انتشـارا بالتربة يليها الفطر وأقلها انتشارا الطحالب وعند فحص جرام واحد مـن التربـة وجد أنه يحتوى على ملايين من البكتريا **Bacteria** وخيـوط الفطـر **Fungi** طولها يعادل 1000 متر مع آلاف مـن خلايـا الطحالـب Algae والأوليـات **Protozoa** ومع ذلك فقد كانت هناك مساحات كبيرة داخل هذا الجرام من التربة ليس بها نشاط حيوى لعدم مناسبة الظروف.

ويلاحظ أن النشاط الميكروبيولوجى يزداد بالطبقـات السـطحية ويقـل بالتدريج لأسفل ومن جهة أخرى فان بعض النباتات الأوليـة مثـل الـدياتومات **Diotoms** تقوم بهدم البناء السيليكاتى للصخور وتحليل المعادن السيليكاتية بكسر الروابط بين السيلكا أو الألومينا والأكسجين وتستخدم السيلكا المنفردة فـي بنـاء جسمها وبموت النبات تتراكم السيلكا مكونة صخورا رسوبية.

**رابعا: الثبات النسبى للمعادن Index of mineral stability**

نظرا للافتراض القائم بأن الطين الموجود بالتربة تكـون أساسـا مـن المعادن غير الطينية حيث أنه معدن ثانوى التكوين لذا فان التركيـب الكيميـائى والمعدنى للألومينوسيليكات بالمعادن غير الطينية كذلك العوامل المحددة لثباتها أو نشاطها الكيميائى تعتبر ذات أهمية كبيرة في دراسة تطور التربة والتنبؤ بخواصها الموروثة أو المخزون من العناصر الغذائية بالإضافة لفاعلية أو نشـاط المعـادن المتكونة. ومن هنا يتضح أن هذا الترتيب يكون أكثر فائدة إذا وضعت في قسمين الأول للمعادن في أحجام الطين والثانى خاص بالمعادن في أحجام السلت والرمل.

## العوامل المؤثرة على درجة الثبات النسبي للمعادن

## Factors affecting mineral stability

يعتبر البيدولوجيون أن المعادن الأقل ثباتا هى الأسهل فـي التجويـة أى الأقل اتزانا مع بيئة التربة **Pedosphere** ويعتبر الجيولوجيون أن المعادن الأقل ثباتا هى تلك التي تتبلور أولا في مصهور الصخر عند درجات الحرارة العاليـة وعموما فان هناك العديد من العوامل التي تؤثر على درجة الثبات النسبي للمعادن أهمها ما يلي:

### 1- ارتباط السيلكا الرباعية

يزداد ثبات المعادن بزيادة ارتباط السيلكا الرباعية فمثلا الأوليفين وهـو الأقل ثباتا في معادن المجموعة الثانية يحتوى على مجموعة واحدة من السـيلكا والبناء مرتبط بروابط ضعيفة من الماغنسيوم السهل التأدرت والحديدوز السـهل الأكسدة أما الكوارتز فهو يعتبر أكثرها ثباتا نظرا لأنه يتكون مـن ارتبـاط تـام للسيلكا الرباعية.

### 2- القواعد المتأدرتة

يزداد الثبات النسبي للمعادن بقلة نسبة القواعد المتأدرتة لذا فان معـادن الطين 1:1 تعتبر أكثر ثباتا من معادن الطين 1:2 وذلك بسبب غيـاب القواعـد القابلة للتأدرت.

### 3- حجم الكاتيون المرافق وكمية الاحلال المشابه

إن ملائمة حجم الكاتيون المرافق للدخول في المواضع الشاغرة له أثـر كبير على الثبات النسبي للمعادن. ففي حالة الفلسبار الكالسي فان صـغر حجـم كاتيون الكالسيوم عن حجم الفجوات الموجودة في التركيب البنائي للمعدن وزيادة نسبة الإحلال المشابة (أيونات الألومنيوم محل السيليكون) يجعل البناء أقل انتظاما وأسهل في التجوية هذا بعكس الحال في الفلسبار البوتاسي فـان حجـم كـاتيون البوتاسيوم الكبير مقارب لحجم الفجوات في التركيب البنائي بالإضافة لقلة الاحلال المشابه جعله أكثر مقاومة نسبيا فهو أكثر ثباتا ضد التجوية عن معدن الأنورثيت.

**4- وجود مواقع غير مشغولة في بناء المعدن**

يتسبب في نقص القوى الالكتروستاتيكية التي تربط البناء كما لا تعمل هذة المواضع الشاغرة كممرات لمرور الماء من والى البناء البللورى وزيادة نشاط التجوية.

**5- مساحة الأسطح المعرضة للتجوية:**

بالرغم من أن الكوارتز أكثر المعادن ثباتا إلا أنه عند صغر حبيباته لأحجام الطين يؤدى لزيادة تعرضه للتجوية.

**6- طبيعة المعادن الأخرى المصاحبة:**

فالمعادن الأخرى الموجودة بوسط التجوية تؤثر على محصلة تركيب المحلول الأرضى الذى يكون على اتصال مباشر بالمعدن.




**شكل6 : يوضح درجة الثبات النسبي للمعادن**

## أسئلة

## الوحدة التعليمية الثانية

1- تناول بالشرح أهم عمليات التجوية الطبيعية؟

2- تعزى التجوية الكيميائية لعدم وصول الصخور والمعادن لحالة اتــزان مــع الوسط المحيط من ماء وحرارة وضغط. وضح ذلك؟

3- عرف عمليات التجوية الجيوكيميائية مع ذكر أهم عملياتها ؟

4- تختلف درجة الثبات النسبى للمعادن. وضح ذلك ؟

5- اشرح بإيجاز ماتعرفه عن:

أ- دورة الأكسدة والاختزال.

ب-انفراد الألومونيوم من مواقع التبادل ببناء معدن الطين.

جـ - أثر المواد المخلبية Chelating.

هـ- التجوية الحيوية Biological.

7- ماالفرق بين عمليات التجوية الجيوكيميائية والبيدوكيميائية ؟

8- أكمل ما يأتي:

1- التجوية هى...................... وتؤدى إلى .....................

2- التأدرت هو .........................................................

3- التحلل المائى هو .................................................

4- عملية الخلب لها دورفي ..................حيث تزيد ..................

5- الأشنات هي ..................ولها دور في تنشيط ..................

9- ناقش مدى نشاط كل من عمليات التجوية الطبيعية والكيماوية والحيوية فــى دلتا النيل بمصر؟

10- كتطبيق عملى على موضوع الوحدة السابقة وضح دور متخصــص علــم الأراضى فى إدارة النظم الزراعية فى المنطقة التى تقيم بها ؟

# الوحدة التعليمية الثالثة

## عمليات تكوين التربة وأثرها علي الخواص المورفولوجية للتربة

**الأهـــداف**

**بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون الدارس قادرا علي أن:**

1. يعرف عمليات تكوين التربة تعريفا صحيحا.
2. يدرك مدي التتابع المعقد لعمليات التكوين .
3. يستنتج العلاقة بين نشاط عمليات التكوين وخصائص القطاع الأرضي.
4. يشرح كل من عمليات التكوين ويذكر الظواهر المصاحبة لها.
5. يقارن بين عمليات التكوين السائدة تحت مختلف الظروف المناخية.
6. يطبق المعلومات فى مجال إدارة النظم الزراعية المحلية.
7. يخطط لإستخدام الأرض بما يشجع تكوين قطاع أرضى أكثر نضجا.

**العنـــاصر :**

1. مقدمة.
2. العمليات الكبرى في تطور قطاع التربة.
3. الغسيل Leaching.
4. الإزالة . Eluvation
5. الترسيب أو التركم Illuvation.
6. التكلس Calcification.
7. التملح Salinization.
8. العملية اللاتيريتية .Lateralization
9. العملية البودذولية Podzolization.
10. ألوان الإختزال Gleying.
11. عملية تجمع الطين Lessivage.

**ملحوظة: من المهم الاستعانة بالاسطوانة المدمجة للأستفادة الكاملة من هذه الوحدة.**

## الوحدة التعليمية الثالثة

## عمليات تكوين التربة وأثرها على الخواص المورفولوجية للتربة

عمليات تكوين التربة هى عمليات طبيعية وكيميائية وحيوية تحدث بالتربة والصخور وتؤدى الى تحوير الصخور الأصلية غير العضوية والخالية من مظاهر الحياة الى تربة زراعية نشيطة مليئة بالحياة. وهى تشمل عمليات اضافة لجسم التربة **Addition** , وعمليات فقد **Losses** , وعمليات نقل وازالة أفقية ورأسية(Translocation) وعمليات تحول المواد بالتربة **Transformation**. وعمليات تكوين التربة ذات طبيعة خاصة, فكل عملية تعتبر فى حد ذاتها تتابعا معقدا من التغيرات وتؤدى فى النهاية الى عمليات تجميع نواتج التجوية **Accumulation** وعمليات اعادة توزيع هذه المواد وتكوين آفاق مميزة **Horizonation**. ونظرا لاشتراك العديد من العمليات فى تكوين قطاع التربة لذا فانه يصعب مناقشة تكوين التربة كدالة لعملية معينة. فهذه العمليات قد تحدث فى وقت واحد أو متتابعة, وقد تكون مدعمة لبعضها أو متضادة. وعلى سبيل المثال فان عملية التكلس والعملية البودسولية قد تحدثان فى الوقت نفسه فى بعض الأراضى **boralfs or grey wooded soils**. كما أن بعض العمليات تميل للحفاظ على التربة وأخرى تساعد على تغييرها.

### (1) الغسيل Leaching

يعتبر من العمليات الهامة فى تكوين التربة خصوصا بالنسبة لتمييز الآفاق, فهو أساس عمليات التكوين المعقدة مثل عملية التكلس والعملية البودسولية والعملية اللاتيريتية. وهو عبارة عن عملية ازالة للمواد بالاذابة خارج القطاع, وبالتالى فهو أكثر نشاطا بالمناطق الرطبة وأقل نشاطا بالمناطق الجافة. والمواد المزالة هى أساسا الأملاح الذائبة والكربونات والمعادن القابلة للذوبان, كما يحدث انتقال للطين أثناء عملية الغسيل. وهذه العملية قد تكون نافعة أو ضارة حسب ظروف التربة, الا أنه من حسن الحظ أن أغلب الأملاح الضارة بالنبات هى الأكثر ذوبانا مثل كلوريد

الصوديوم فهى الأسهل فى الغسيل. وبالتالى فان غسيلها من القطاع يعتبر من الأمور المرغوب فيها. ومع ذلك فان عملية الغسيل الزائدة تزيل أيضا العناصر الغذائية الأساسية من التربة وتصبح فى هذه الحالة من العمليات غير المرغوب فيها. والعناصر الأساسية الموجودة بكتلة التجوية تضم ثلاث مجموعات, **الأولى هى** العناصر البسيطة السريعة الحركة مثل الكالسيوم, الصوديوم, الماغنيسيوم, البوتاسيوم, الحديدوز.وعناصر**المجموعة الثانية** تميل للترسيب فى صورة هيدروكسيدات وتكون غير متحركة نسبيا مثل السليكون, الألومنيوم, الحديديك. وهذا يفسر الغنى النسبى بهذه العناصر. أما عناصر **المجموعة الثالثة فهى أيضا** متحركة ولكن نظرا لضآلة نسبتها بالتربة فهى غير هامة فى تفاعلات التجوية وتكوين التربة, ويلاحظ أنه لايمكن وضع عناصر المجموعة الأولى فى ترتيب لأن ذلك يتوقف على ظروف الوسط وكمية الامداد من هذه العناصر.

**(2) الازالة Eluviation**

**وهى حركة مواد التربة فى صورة محاليل أو معلقات داخل قطاع التربة Emigration or mobilization** وهى تحدث بالمناطق التى يزيد فيها معدل المطر على التبخير.

وهى تختلف عن عملية الغسيل والتى يحدث فيها فقد كلى للمواد المغسولة بعكس الازالة فيحدث فيها انتقال بعض المواد خصوصا الجزء الغروى خلال التربة.وتحدث عملية الازالةعادة بالأفق A وفى أى اتجاه بالتربة وهى تعتبر أساس عملة التكلس وتكوين الأفق الأبيض **Albic horizon**.

**(3)الترسيب أو التراكم Illuvation**

وهى عملية ترسيب مواد التربة المتحركة فى محاليل أو معلقات داخل قطاع التربة **Immigration or immobilization** مثل تكوين الأفق الطينىArgillic وأفق الترسيبات الأمورفية النشيطة"Spodic" .فهى عبارة عن عملية ترسيب الغرويات والأملاح الذائبة وبعض الحبيبات المعدنية الصغيرة باحدى

طبقات القطاع والتى هى أصلا مغسولة من طبقات أخرى سواء تحتها أو فوقها. وهى تحدث عادة بالأفق B. وهذه العملية مع عملية الازالة تمثلان الجزء الأساسى من عملية التكلس.

**4) عملية التكلس Calcification**

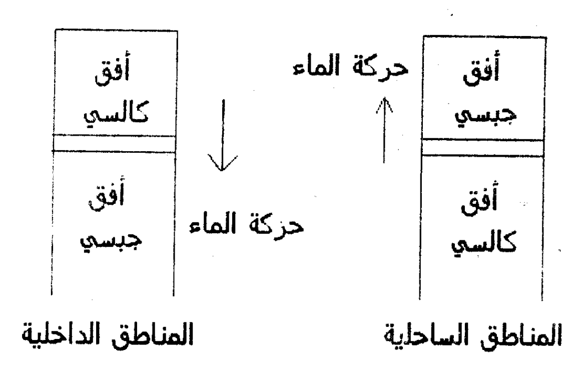
تعتبرمن أهم عمليات تكوين التربة بالأراضى قليلة الأمطار الجافة وشبه الجافةحيث يفوق التبخير معدل المطر السنوى. وهى عبارة عن عملية ترسيب وتراكم كربونات الكالسيوم على أعماق مختلفة تتحدد بمقدار المطر السنوى. ويحدث التجمع عادة بالآفاق تحت السطحية C, B. وهى شائعة بأراضى الحشائش والمناطق الجافة وشبه الجافة داخل القارات. وفى حالة ما اذا كان المناخ شديد الجفاف أو تعرض سطح التربة لتعرية شديدة فان الأفق الكالسى قد يتكشف ليصل الى سطح التربة. ويتحكم فى نشأة هذا الأفق عملية توازن الكربونات-البيكربونات والتى تمثلها التفاعلات الاتية :

$$CO_2+H_2O$$
$$\downarrow\uparrow$$
$$CaCO_3+H_2CO_3 \leftrightarrows Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

ويلاحظ أن الضغط الجزئى " Partial presure" لثانى أكسيد الكربون بالهواء الأرضى يعادل 10-100 مرة قدر الموجود بالهواء الجوى. وهذا يسبب ذوبان ثانى أكسيد الكربون بالماء الأرضى وانخفاض رقم الـ pH مسببا سير التفاعل جهة اليمين, وبالتالى زيادة ذوبان كربونات الكالسيوم وانتقالها مع المحلول الأرضى وتسمى هذه العملية بعملية ازالة كربونات الكالسيوم **Decalcification**. ويلاحظ أن زيادة كمية الماء الراشح خلال التربة يكون لها تأثير الاذابة نفسها طالما أنه غير مشبع بكربونات الكالسيوم. وتعتبر عملية اذابة وازالة الكربونات هى العملية الرئيسية لتكوين أراضى **Rendzinas** حيث تفقد بمياه الصرف تاركة قليلا من البقايا التى تخلط بالدبال وبعض الأجزاء الصلبة وبناء حبيبيا بتأثير النشاط الحيوى **Mesofauna** وتكتسب لونا داكنا بسبب هيومات الكالسيوم.

ومصدر ثانى أكسيد الكربون بالهواء الأرضى هو جذور النباتات الحية والأحياء الدقيقة وتحلل المادة العضوية. وعلى هذا فمن المتوقع أن يكون تركيز ثانى أكسيد الكربون بالأفقA أكبر نسبيا عن باقى طبقات القطاع نظرا لتوافر النشاط الحيوى, لذا فان هذا الأفق يعتبر أفق غسيل سفلى للكربونات . ومن جهة أخرى فان تركيز كل من ثانى أكسيد الكربون والمحتوى الرطوبى يقلان بالعمق ويصحب ذلك ارتفاع رقم pH التربة مع العمق مما يساعد على توجيه سير التفاعل للجهة اليسرى, وبالتالى تركيز كربونات الكالسيوم فيبدا ترسيبها وتراكمها بالأفق تحت السطحية وتسمى هذه العملية بعملية ترسيب كربونات الكالسيوم **Calcification**. هذا ويراعى أن الماغنيسيوم يتبع سلوك الكالسيوم نفسه فهو غالبا ما يصاحبه بالقطاع, الا أن ترسيبه يحتاج لدرجة عالية من التركيز نظرا لقدرته الكبيرة على التأدرت.

ومن الملاحظات الحقلية الهامة أنه فى حالة وجود الأفق الكالسى مع الأفق الجبسى, فان ترتيب ترسيبها يدل على ظروف التكوين المصاحبة. فعند وجود مستوى ماء أرضى بالتربة مثل كثير من المناطق الساحلية, فان عملية ترسيب الأملاح تتم بالتبخير عن طريق الخاصة الشعرية وبالتالى فان الملح الأقل ذوبانا (الكربونات), هو الذى يترسب أولا يليه الملح الأكثر ذوبانا (الجبس). وعلى هذا فاننا نجد الأفق الكالسى أسفل القطاع ويعلوه الأفق الجبسى وقد يحدث تداخل بينهما. أما فى حالة عدم وجود مستوى ماء أرضى فان محصلة حركة الماء تكون غالبا لأسفل وبالتالى فان الأفق الكالسى يتكون أولا ثم الأفق الجبسى أسفله وهذا يحدث كثيرا بالمناطق الجافة وشبه الجافة. (شكل 6)




**شكل 6: يوضح تكوين الآفاق الجبسية تحت ظروف مختلفة.**

**(5)عملية التملح Salinization**

هى عملية تراكم الأملاح الذائبة مثل كبريتات وكلوريدات الكالسيوم, الماغنيسيوم, الصوديوم, البوتاسيوم سواء على سطح التربة أو فى آفاق ملحية بالقطاع. وهى تحدث أساسا بالمناطق شبه الرطبة وشبه الجافة والجافة وبعض المناطق الساحلية الرطبة بالمنخفضات عندما يزداد معدل التبخير عن الغسيل. وعملية تجمع الأملاح تلاحظ بوضوح بأراضى المنخفضات ذات المحتوى العالى من الطين والبطيئة النفاذية. وأكثر الأملاح وجودا هى الكبريتات والكلوريدات ويندر وجود أملاح النترات والبورات. ومصدر هذه الأملاح قد يكون من تركيز مياه البحار والمحيطات, أوتكوينات جيولوجية قديمة, أو من الغازات الخارجة من البراكين مثل الكلوريدات والكبريتات أو من ثانى أكسيد الكربون الجوى مثل الكربونات, أو من تحلل بقايا الكائنات الحية, أو نتيجة التفريغ الكهربى فى حالة المطر الرعدى مثل النترات, أو بسبب رداءة الصرف وارتفاع مستوى الماء الأرضى.

ويلاحظ أنه بزيادة الجفاف فان عملية التكلس تتحول الى عملية تملح حيث تتراكم الأملاح (خلاف كربونات الصوديوم) , نتيجة تبخر المحلول الأرضى الذى يصعد بالخاصة الشعرية لسطح التربة فتتكون قشرة ملحية سطحية. وتسمى التربة في هذه الحالة بالأراضى القلوية البيضاء **White alkali soil** أو أراضى

السولونشاك **Solonchaks** وتتميز بأفق ملحى واضح ودرجات pH مائلة للتعادل. وفى حالة وجود غسيل بسيط بالقطاع فان جزء من هذه الأملاح السطحية ينتقل ويترسب بالطبقات تحت السطحية, ويطلق على التربة فى هذه الحالة **Solonetz soil** وهى ذات درجات pH مرتفعة(8.5 أو أكثر). أما اذا كان الغسيل أكبر نسبيا من الحالة السابقة فان ذلك يؤدى الى اعادة توزيع للأملاح بالقطاع والذى يسمى فى هذه الحالة **Solodized solonetz**. ويكون فيها الأفق A ذو درجات pH منخفضة (6 أو أقل), نتيجة عمليات الغسيل والتحلل المائى. أما الأفق B فيكون ذو درجات pH مرتفعة (أكثر من 8.5), نتيجة عمليات الترسيب حيث تزيد نسبة الطين فى الأفق $B_1$ ويكون البناء منشوريا ويتطور الى عمودى. وقد تسمى أراضى **Solonetz** وأراضى **Solodized solonetz** بالأراضى القلوية **Alkai soils** عند ارتفاع تركيز الصوديوم المتبادل عن 15% من السعة التبادلية الكاتيونية. وفى حالة وجود هذه النسبة المرتفعة من الصوديوم المتبادل مصحوبة بنسبة مرتفعة من الأملاح الذائبة خصوصا الكلوريدات والكبريتات, فتسمى هذه الأراضى بالأراضى الملحية القلوية **Saline-alkaile soils**.

أما اذا كانت عملية الغسيل كافية لازالة كل الأملاح من القطاع فان أراضى **Solodized solonetz** تتحول الى **Solodized soils** , وهى تشبه الى حد كبير أراضى البودسول حيث يتم غسيل أغلب القواعد والقواعد الأرضية ويكون تفاعل التربة أكثر حامضية, وتسمي عملية غسيل الأملاح هذه **Desalinization**. وهذه الأراضى اذا تصادف وكانت محتوية على مركبات كالسيوم شحيحة الذوبان مثل كربونات الكالسيوم فان هذه المركبات تبدأ فى الذوبان بسبب انخفاض الـــ pH , وتكون النتيجة تحولها الى أراضى عادية **Normal soils** تشابه أراضى المنطقة الموجود بها.

**(6)العملية اللاتيريتية Laterization**

هى عملية الهجرة الكيميائية للسليكا خارج طبقة الاستزراع تحت درجة حرارة مرتفعة وظروف غسيل شديدة, فهى تحدث بالأراضى الرطبة الدافئة كالمناطق الأستوائية.

وتتميز بتحول كيميائى شديد لمادة الأصل بحيث لا يمكن تمييزها, فتحدث ازالة شبه كاملة للكاتيونات والسليكا الداخلة في تركيب المعادن الأولية. والسيليكا المتبقية تكون فى صورة حبيبات كوارتز أولية أو مرتبطة بمعادن طين ثانوية. والمعادن السائدة هى أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والألومنيوم مع بعض الكاتيونات التى تحفظ من الغسيل عن طريق دورة معدنة سريعة. فتتساقط أوراق النبات وتتحلل بسرعة فتتفرد القواعد وتدخل فى دورة سريعة بين التربة والنبات, أى تحول معدنى كامل للمادة العضوية في الوقت الذى تحدث فيه عمليات تجوية كيميائية شديدة للصخور وتتفرد القواعد من فتات المعادن الموجودة بالتربة, وتكون النتيجة أن يصبح تفاعل محلول التربة بين حامضى ضعيف وقلوى ضعيف (pH 5 - 6).وهذا يشجع عملية غسيل السليكا بسرعة أكبر من الأكاسيد السداسية كالجوثيت FeO-OH , والجبسيت $Al(OH)_3$ التى تتركز بطبقة الأستزراع تحت ظروف الأكسدة فتكون فى صورة غير متحركة وتضفى علي التربة اللون البنى المحمر عند زيادة أكاسيد الحديد, وقد تكون مصحوبة بتكون حجر حديدى أو تجمعات حديدية صلبة. وينتج عن انفراد السليكا وغسيلها أن تتحول معادن الطين ذات المحتوى العالى من السليكا كالمونتموريلونيت والأليت الى معدن طين الكاؤولينيت ذى المحتوى المنخفض من السليكا. وقد تستمر عملية التحول هذه حتى يصبح القطاع عبارة عن معادن طين كاؤولين وأكاسيد الحديد والألومنيوم.

وفى بعض الأراضى يكون محتوى الأكاسيد السداسية خصوصا الحديد أكبر من المتوقع تكوينه من تجوية مادة الأصل. فقد يتراكم الحديد من الطبقات العليا أو بالانتقال الجانبى مع الماء الأرضى فى صورة مركبات مخلبية معدنية عضوية

من المنحدرات المجاورة. وقد يساعد على ذلك أيضا التذبذب الكبير فى مستوى الماء الأرضى فتظهر التبقعات بألوان أكاسيد الحديد المحمرة الزاهية, ويتكون بذلك أفق أكسدة تحت سطحى **Oxic B-horizon** وهذه الأراضى تسمى **Oxisols** , وهى عادة جيدة النفاذية والتهوية لقلة المحتوى الطينى وبنائهئ الحبيبى. أماعند تكون نسبة معقولة من الطين فان نفاذية التربة تقل وبالتالى فان عملية هجرة وانتقال نواتج التحلل تصبح ضعيفة. واذا صاحب هذه العملية وجود مستوى ماء أرضى متذبذب فان بناءالتربة يتحول الى طبقى وقد تتكون طبقة متصلبة فوق مستوى الماء الأرضى مع انتشار التبقعات **Mottlings** فى مدى تذبذب الماء الأضى. وعند تعرض مثل هذا القطاع لظروف الجفاف فان الأفق B يتصلب ويكون **Plinthite** ويصبح هذا التكوين ممثلا لقطاع اللاتيريت النموذجى **Typical laterite profile** أو **Deep weathering Profile** , عند تكسر هذه الطبقات المتصلبة الى تشبه قوالب الطوب **Later** والتى تعنى **Brick** ومن هنا اشتق اسمها **Latosols** أو **Laterite**.

**(7)العملية البودزولية Podzolization**

وهى عبارة عن حركة انتقال سفلى أو ازالة **Eluviation** واضحة للأكاسيد السداسية والمادة العضوية من الطبقات السطحية بالتربة نتيجة وفرة مياه الأمطار وارتفاع مستوى الماء الأراضى وتذبذبه.

وهى تحدث فى مدى واسع من درجات الحرارة بين الباردة والحارة, الا أنه كلما ازداد الجو حرارة فان تكوين أراضى البود سول يتطلب سيادة السليكا بمادة الأصل. ونظرا لأن هذه الأراضى تكون عادة ذات غطاء نباتى كثيف فان سطح التربة يكون مغطى بطبقة من المواد العضوية الناتجة من تساقط الأوراق والأجزاء النباتية والتى ينتج عن تحللها العديد من الأحماض العضوية.

وتقوم المياه الغزيرة بإذابة نواتج التحلل العضوية فتزداد قدرتها على الاذابة فتغسل الكاتيونات من الطبقات السطحية وبالتالى يسود أيون الهيدروجين

على معقد التبادل فيصبح الوسط أكثر حموضة. وهذه الظروف الحامضية تساعد على هدم معادن الطين وانفراد السليكا والألومينا وأكاسيد الحديد. ويلاحظ أن انتقال الحديد والألومنيوم مع حركة الماء السفلية يكون أسرع كثيرا من السليكا التى تتركز بالطبقات السطحية بينما ينتقل الحديد والألومنيوم لأسفل, وبتغير الظروف وقلة الحموضة مع العمق فان الحديد والألومنيوم يترسبان بالطبقات تحت السطحية ويكونا أفق ترسيب تحت سطحى **Illuvial horizon** .

وبالرغم من حموضة التربة الا أنها قد تكون فى المدى الذى يحدث فيه ترسيب للحديد والألومنيوم (pH 5- 6), كما قد تكون التربة تحت ظروف أكسدة والتى تعنى أن هذه الأكاسيد تصبح غير متحركة. الا أن ذلك لا يحد من استمرار العملية البودسولية.فقد ثبت أن عملية الخلب **Chelation** تقوم بدور هام فى هذا الصدد. فأكاسيد الحديد والألومنيوم تنتقل فى صورة معقدات مخلبية عضوية **Chelating complex** وأهمها معقد حمض الفولفيك **Fulvic acid** الذى يتكون بالآفاق O, A ويكون مركبا مخلبيا ثابتا مع هذه الأكاسيد.

وهذا المعقد ذائب فى الماء فيسهل انتقاله من الطبقات السطحية لأسفل القطاع. وهناك العديد من الظروف المساعدة على ترسيب هذه المعقدات بالطبقات السفلى مثل حدوث تغير فى التركيب الأيونى للوسط, فوجود نسبة بسيطة جدا من الكالسيوم أو الماغنيسيوم تكفى لتجميع **Flocculation** هذه المعقدات وترسيبها. ويلاحظ أن معقد الحديد أكثر حساسية من الألومنيوم لهذا التغيير, وبالتالى فانه يبدأ فى الترسيب أولا يليه الألومنيوم الذى يرسب أسفله. وقد ثبت أيضا أن بعض الكائنات الدقيقة تحت التربة لها القدرة على تحليل المعقد العضوى المعدنى للحديد والألومنيوم وبالتالى انفرادهما وترسيبهما على صورة أكاسيد وهيدروكسيدات.

**(8) ألوان الاختزال Gleying:**

يترتب على سوء الصرف وما يصاحبه من انخفاض نسبة الأكسيجين الذائب بالماء الأرضى أن يصبح الحديد والمنجنيز بالتربة فى حالة مختزلة **Reduced**

ويتحول لونها الى رمادى مزرق أو مسود مكونا ما يسمى بأفق الاختزال **Gleyed horizon**. واذا كانت الظروف متذبذبة بين الأكسدة والاختزال والتى قد تنتج من تذبذب مستوى الماء الأرضى, فان بعض الحديد يتأكسد مكونا ألوانا صفراء بنية أو حمراء. وفى هذه الحالة فاننا نجد مظاهر الأكسدة والاختزال مجتمعة بالأفق نفسه ويسمى هذا الخلط بين مظاهر ألوان الأكسدة والاختزال بالبقع **Mottling**. واذا استمرت ظروف التهوية والأكسدة فان مظاهر الاختزال المصاحبة للأكسدة قد تختفى فى ظروف شهر. أما فى حالة ارتفاع مستوى الماء الأرضى فان مظاهر الاختزال قد تمتد لتشمل كل قطاع التربة. ويلاحظ أن مظاهر الاختزال توجد بكثرة فى أراضى الخلجان الساحلية Bays والمستنقعات **Langoons**. حيث تتسبب قلة الأكسجين مع وجود المادة العضوية فى انتاج كبريتيد الهيدروجين $H_2O$. وغاز كبريتيد الهيدروجين الناتج يتفاعل مع مركبات الحديد منتجا كبريتيدات الحديد ( FeS, $FeS_2$) التى تعطى ألوان الاختزال للتربة.

**(9)عملية تجمع الطين Lessivage**

كثير من الأراضى المتوسطة والجيدة التطور توجد بها نسبة قليلة نوعا من الطين بالآفاق C, A مع زيادة تركيزه بالجزء العلوى من الأفقB. وعملية الهجرة الميكانيكية للحبيبات المعدنية الصغيرة من الأفق A الى B بالقطاع وتكوين أفق B غنى نسبيا بالطين **Argillic horizon** تسمى عملية تجميع الطين **Lessivage**. وهناك العديد من التفسيرات لهذه العملية. فقد يتكون الطين بتجوية الطبقات السطحية ثم ينتقل مع مياه الرشح **Percolating water** ويترسب بالأفق B أو قد تحدث عملية التجوية وينفرد الطين فى مكانه نفسه تحت التربة مكونا الأفقB. كما يحتمل أن يكون الطين موجود أصلا بالأفق A ثم ينتقل فى صورة معلق ويتجمع بالأفق B .

## ملخص خطوات تكوين الأراضي
## Main steps of soil devolpment

تتلخص الخطوات الرئيسية التي تعتري مادة الأصل حتى تتكون الأراضي فيمايلي:-

1- يزداد السطح النوعي نتيجة تفتت وتكسير الصخور والمعادن بفعل التجوية الطبيعية وبعد ذلك تعمل التجوية الكيميائية والتي تزيد ايضا من السطح النوعي للحبيبات .

2- تنحصر عمليات التجوية الكيميائية في التأكسد والأختزال والتأدرت والتحلل المائي وتكوين الكربونات والأذابة. ونتيجة لجميع هذه العمليات تنفرد بعض المركبات وتصبح حرة وقد تعاود هذه المركبات الأتحاد مع بعضها مكونة مواد ثانوية جديدة أما العناصر الغذائية للنبات في تكون في صورة صالحة للأمتصاص .

3- تختفي المعادن السهلة في التحلل وتبقى المعادن الأكثر مقاومة مع المعادن الثانوية .

4- تتكون معادن جديدة ذات تركيب بلوري مميز ذات أحجام دقيقة (الطين) ولها تأثير هام على صفات الأراضي المختلفة .

5- في أول الحياة على الأرض تنمو النباتات الأولية كالطحالب والفطريات وبتحلل بقايا هذة النباتات يضاف للأرض كمية قليلة من المادة العضوية والاروت مما يمهد لنمو النباتات الراقية وكنتيجة لتراكم المادة العضوية على السطح يدكن لونة عن الصخر الأصلي .

6- تتكون التجمعات الأرضية Soil aggregates وكذلك يتكون البناء الأرضي Soil structure

7- تقل كميات القلويات والقلويات الأرضية بالتدريج من سطح الحبيبات وقد يتحد بعضها مكونة مواد مختلفة ذات درجات ذوبان مختلفة . ففي المناطق الرطبة

تغسل الأملاح ويقل رقم pH أما في المناطق الجافة أو قليلة المطر تتـــراكم الأملاح على سطح الأرض أو في طبقات مختلفة تحت السطح.

8- في الخطوات الأخيرة لتقدم الأرض يزداد تركيز أيون الهيــدروجين ويقــل تركيز أيونات Ca , Mg , Na , K وقد ينتقل الطين والدوبال مع الماء الـــى أسفل حيث تتجمع وبذلك تتكون الآفاق التي قد يكون بعضها غني في الطين أو الأكاسيد السداسية أو الدوبال .

# أسئلة

## الوحدة التعليمية الثالثة

1. "عمليات تكوين التربة تعتبر عمليات ذات طبيعة خاصـــة" اشـــرح العبـــارة السابقة موضحا إجابتك بالأمثلة ؟
2. كيف يمكنك تقديم تعريفا صحيحا لعمليات تكوين التربة ؟
3. قارن بين كل من العمليات التالية: الغسيل Leaching – الإزالة Eluvation – التراكم Illuvation ؟
4. ماهي أهم عمليات تكوين الأراضي السائدة تحت ظروف المنـــاطق الجافـــة وشبه الجافة؟
5. فرق بين كل من عملية التكلس والتمليح ؟
6. اشرح العملية اللاتريتية ثم وضح مايميزها عن العملية البودذولية ؟
7. هناك العديد من التفسيرات لعملية تجمع الطين اشرح ذلك ؟
8. بماذا تفسر ألوان الإختزال Gleying؟
9. وضح مدلول المصطلحات التالية : Decalcification Albic horizon, Argillic horizon , ؟
10. ماهي أهم مصادر الأملاح المتراكمة بالتربة؟
11. ابحث على شبكة الإنترنت عن بعض العمليات الأخرى لتكـــوين الأراضـــى والتى لم يتناولها الفصل السابق ؟
12. وضح كيف يمكن تطبيق معلومات الفصل السابق فى إدارة النظم الزراعية؟

## الوحدة التعليمية الرابعة

## عوامل تكوين الأراضي وعلاقتها بالخواص المورفولوجية لقطاع التربة

الأهـــداف:

**من المتوقع بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون الدارس قادراً علـي:**

1. تعريف عوامل التكوين تعريفاً علمياً صحيحاً.
2. تذكر عوامل التكوين الخمسة
3. تفهم دور مادة الأصل في تحديد الخصائص الطبيعبة والكيميائية والمعدنيـــة، والبيولوجية والانتاجية للأرض.
4. ادراك أن اختلاف التضاريس له مسببات تتعلـــق بعـــدم اســـتقرار القشـــرة الأرضية.
5. تقدير وقياس زمن تطورالأرض بطرق مختلفة.
6. تفهم وتفسير دور النباتات والأحياءفى تكوين التربة.
7. التطبيق العملى لدراسة عوامل التكوين فى إستغلال وتنمية الأراضى.

**العنـــاصر:**

1. مادة الأصل كعامل تكوين أراضى.
2. الطبوغرافية كعامل تكوين أراضى.
3. الزمن كعامل تكوين أراضى.
4. المناخ كعامل تكوين أراضى.
5. الأحياء كعامل تكوين أراضى

**ملحوظة هامة:**

**ضرورة أن يراعي الطالب الاستعانة بالإسطوانة المدمجة المرفقة بهذا الكتاب وكذلك زيـــارة بعـض المواقع على الشبكة العالمية لكي يتفهم تأثير عوامل تكوين الأراضي على الصفات المورفولوجية بشكل جيد.**

## الوحدة التعليمية الرابعة:

## عوامل تكوين الأراضى وعلاقتها بالخواص المورفولوجية لقطاع التربة

ويقصد بها تلك القوى الطبيعية **Natural Force** أوالظروف البيئية **Environmental Conditions** التى تعمل أو تؤثر فى تكوين الأنواع المختلفة من الأراضى، وتكوين الأراضى ببساطة هو تعبير عن عملية تحول الصخور المختلفة الى أراضى وبمعنى آخر هو تحول الصخور بواسطة تلك العوامل البيئية التى تعمل على دمج أو ربط تأثير مجموعة الأغلفة الطبيعية عند نقطة تلاقيها مكونة ذلك الجسم الطبيعى ذو النظام المعقد والخصائص المميزة والذى يعرف باسم **Pedosphere** وهذه العوامل اختيرت وحددت بمواصفات معينة وهى أن تكون لها صفة التأثير المباشر الحر, وأن يكون لها القدرة على أن تتغير تغييرا مستقلا, ولذا يطلق عليها متغيرات مستقلة **Independent Variabels** وأن يكون لها القدرة على تحديد واعطاء أنواع معينة من الأراضى تتحدد بدرجة فاعليتها, ولذا يطلق عليها أو توصف باسم عوامل محددة **Conditioning Factors**.

وتشمل عوامل تكوين الأراضى الخمسة المناخ Climate الأحياء Organisms الطبوغرافيا (Topgraphy (relief, مادة الأصل Parent material والزمن Time.

### 1- مادة الأصل كعامل تكوين أراضى

### Parent material as a soil forming factor

تعبر مادة الأصل عن نوعية وخواص المادة الخام **Row mterial** التى تكون الهيكل الصخرى والمعدنى بأنواعه وصوره المختلفة قبل حدوث عملية تكوين الأراضى. أى أنها تعبير عن الحالة الأولية للأرض عند زمن تكوين أرض = صفر أى **Initial State of the Soil** وغالبا ما تمثل مادة الأصل فى قطاع الأرض بأفق C. ويجب ألا يؤخذ أفق C كتعبير مطلق على مادة الأصل, لأنه

كثيرا ما تنفى العلاقة الوراثية بين آفاق القطاع النشطة وهى آفاق A,B والتى يعبر عنها بآفاق السولم **Solum** وبين الصخور التى توجد أو تتكون عليها, ومثال ذلك معظم أنواع الأراضى الرسوبية الحديثة نسبيا كما هو الحال فى بعض أراضى مصر الرسوبية أو ما يسمى بالأراضى المنقولة. حيث تنقل مواد تختلف فى مصدرها عن تلك التى تترسب عليها, أما الأراضى التى تتكون فى مكانها **insitue** أو ما يطلق عليها **Sedimentary or Residual Soils** فنجد أن هناك ارتباطا وراثيا بين آفاق قطاعاتها, وفى هذه الحالة يكون أفق C معبرا عن مادة الأصل تعبيرا دقيقا.

وتلعب مادة الأصل دورا هاما كعامل من عوامل تكوين الأراضى حيث تنعكس نوعية الصخر على طبيعة الأراضى الناتجة أو المتكونة منه وما يكتنفها من خصائص طبيعية وكيميائية ومعدنية, وكذلك على خصائص الأرض البيولوجية والانتاجية, حيث تؤثر فى سلوكها وفى علاقتها المختلفة. ويكون هذاالتأثير أوضح ما يكون فى مراحل تكوينها الأولى حيث تكون الأرض انعكاسا لمادة أصلها. وكلما تطورت الأرض أو قربت من حالة النضوج كلما أبدت نوعا من الأختلاف التدريجى وخصوصا فى المناطق ذات المناخ الرطب حيث ينتابها كثيرا من التفاعلات والتغييرات أثناء عمليات تكوين الأراضى النشطة فيؤدى ذلك الى تباعد واختلاف خصائصها عن خصائص المادة الأصل التى نشأت منها.

فقوام الأرض وهو من الصفات الهامة والمميزة للأرض حيث يحدد سطحها النوعى ولهذا ارتباط وثيق بعلاقات الأرض المائية والغذائية نجد أنه يحدد أو ينعكس من نوعية وتركيب الصخر المكون لمادة الأصل فعلى سبيل المثال لو كانت مادة الأصل مكونة من صخر نارى حامضى كالجرانيت مثلا والذى يحتوى على أكثر من 66% سليكا وقليل من الحديد والماغنسيوم وكذلك على عدة معادن أهمها الكوارتز والفلسبار البوتاسى والميكا, هذا الصخر عند تعرضه لعوامل تكوين الأراضى فانه ينتج أرضا تتميز بقوامها الخشن نتيجة لسيادة الرمل الذى

يتكون من الكوارتز فى هذه الحالة هذه الأرض ذات القوام الخشن أو الخفيف تتصف بدرجة نفاذية للماء والهواء عالية مما يسهل صرفها وخدمتها عموما, وكذلك تتصف بأن درجة حفظها للماء – **Water Holding Capacity** منخفضة, وكذلك درجة حفظها للعناصر الغذائية .

ولو فرض أن مادة الأصل كانت تتكون اساسا من صخر نارى قاعدى كالبازلت مثلا الذى يحتوى على نسبة 45-51% سليكا تكثر فيه المعادن الحديدومغنيسية مثل الأولفين والبيروكسينات وكذلك الفلسبارت البلاجيوكلازية, **هذا الصخر عند تعرضه لعوامل وعمليات تكوين الأراضى فانه ينتج أو يكون أرضا يسودها القوام الطينى أى القوام الثقيل والذى ينعكس على بطء النفاذية وارتفاع قدرة الأرض على حفظها للماء والعناصر الغذائية, وربما صعوبة الصرف وكل الخصائص التى تميز الأراضى الطينية أو الأراضى ثقيلة القوام. كما أن خواص الصخر المعدنية تنعكس أيضا على كثير من خواص الأرض الكيميائية والمعدنية, فنجد أن صخرا كالجرانيت تكون الأرض الناتجة منه أو من معظم الصخور النارية الحامضية كالجرانوديوريت وغيره تكون الأرض الناتجة** منها غنيه فى السليكا والفلسبارت البوتاسية أو الصودية كالأرثوكلاز والميكروكلين, وربما فى الميكا البيضاء **Muscovite** أما اذا كان الصخر قاعدى كالبازلت أو فوق قاعدى كالبريدوتيت فنجد أن الأرض الناتجة تكون غنية بالمواد الحديدية والألومنيوم والقلويات الأرضية, وكذلك الفلسبارت البلاجيوكلازية القاعدية كالأنورثيت والأوليفين ولكل من هذه المعادن علاقة وثيقة بالتركيب المنرالوجى للأرض ونوعية معادن الطين **Clay minerals** والذى ينعكس بدوره على كثير من خصائص الأرض الكيميائية, وكذا مسلكها من حيث كونها بيئة لنمو النباتات.

وما يقال عن الصخور النارية يقال أيضا على بقية الصخور الأخرى من رسوبية ومتحولة. فمثلا لو كانت مادة الأصل تتركب أساسا من صخر رسوبى كالحجر الجيرى **limestone** فسنجد أن الأرض الناتجة ستكون غنية بكربونات

الكالسيوم أى أرض جيرية **Calcareous** ولهذه الأرض خصائصها ومسلكها الذى يختلف عن تلك الأراضى فى الأمثلة السابقة, وهكذا الحال بالنسبة لبقية الصخور المكونة للسطح الخارجى للقشرة الأرضية والتى تعمل كمادة أصل على اختلاف أنواعها. وهكذا يتبين لنا مدى الدور الهام الذى تلعبه مادة الأصل وتشارك به فى ايجاد خصائص هامة للأراضى المتكونة منها. أى دورها – كعامل هام من عوامل تكوين الأراضى. ولأهمية الدورالذى تقوم به أنواع الصخور المختلفة فيجدر بنا الالمام ببعض أنواعها العامة والتى تتكون منها أو عليها معظم أنواع الأراضى الشائعة.

**أولا:الصخور المتصلبة Hard rocks**

وهى الصخور الصلبة, يمكن تمييز الأنواع الهامة الآتية:

**(1) الصخور النارية Igneous rocks:**

وتختلف اختلافا بينيا فى تركيبها الكيميائى والمعدنى وفى درجة تبللورها حيث تتوقف على التركيب الكيميائى لمادة الصهير, فالصهير الغنى بالسليكا والألومنيا والقلويات يتصلد مكونا معادن الفلسبارت القلوية والميكا البيضاء والكوارتز, بينما تتكون المعادن الحديدوماغنيسيه مثل الأولفين, الأوجيت, الهورنبلند والميكا السوداء من الصهير الغنى بالمغنيزيوم وأكسيد الحديد والجير. وأما الصهير الغنى بالقلويات (الصوديوم والبوتاسيوم) الفقير فى السليكا فانه يتصلد مكونا المعادن الفلسباتية مثل النيفيلين و اللوسيت, وتختلف هذه الصخور النارية على حسب محتواها من السليكا الى صخور حامضية متوسطة, قاعدية وفوق قاعدية, وقد سبق ذكر أنواع وطبيعة الأراضى التى تنشأ من بعض أنواع هذه الصخور (وتتضح بمراجعة دراسة الصخور وتقسيماتها المختلفة فى مقرر الجيولوجيا).

**(2) الصخور المتحولة Metamorphic rocks:**

وهى اما تكون متحولة عن أصل نارى أو أصل رسوبى نتيجة للتغيرالذى يطرأ على الظروف الطبيعية المحيطة مثل درجة الحرارة أو الضغط أو كليهما, وغالبا ما يؤدى ذلك الى تغير نوع النسيج الصخرى حسب طبيعة ونوعية التغيرات

التى تعرضت لها الصخور, ومن أمثلة الصخور النيس **gneiss** الذى يعرف باسم الصخر الأصلى الذى تحول عنه فنجد ما يسمى بالنيس, الجرانيتى, النيس الدايوريتى. وقد يعرف باسم المعدن السائد فى تكوينه مثل النيس الماسكوفيتى أو النيس البايوتيتى أو النيس الهورنبلندى وهكذا, ومن أمثلة الصخور المتحولة أيضاصخر الشيست والذى يتكون من صفائح رقيقة, ويسمى أيضا حسب التركيب المعدنى مثل: ميكاشيست أو هورنبلندشيست.

**(3) بعض الصخور الرسوبية المتصلبة:**

ومنها الصخور الرسوبية السليكاتية مثل الحجر الرملى **Sandstone** والصخور الرسوبية الجيرية مثل الحجر الجيرى **Limestone** والصخور الرسوبية الطينية مثل الطفل (الحجر الطينى الصفحى) **Shales**.

**ثانيا: الصخور المفككة أو الغير متصلبة Loose or friable rocks**

وأغلب هذه الصخور من النوع الرسوبى الذى يختلف فى أصله ووسيلة نقله نتيجة لحدوث عمليات التعرية المختلفة, وهو يمثل نسبة عالية من أنواع مواد الأصل حيث تأخذ اسمها من وسيلة النقل التى نقلت بها الرسوبيات أو من البيئة التى ترسبت فيها ومنها :

**(1) الرسوبيات المائية Water sediments**

والتى تختلف بدورها حسب بيئة الترسيب وتشمل:

**1- الترسيبات النهرية Alluvium**

وهى تلك المواد التى تنتقل بفعل الأنهار ثم تترسب بفعلها أيضا نتيجة لدورة التعرية النهرية, وتتميز بصفة التدرج فى القوام سواء فى الاتجاه الطولى أو على جانبى النهر حيث تتبع قواعد الترسيب وحسب مراحل النهر المختلفة أى قوة اندفاع المياه فيه, فكلما كان اندفاع أو سرعة المياه قويا كلما أمكنه حمل مواد أكبر حجما, ولذا لا تترسب الا المواد الكبيرة الحجم, ثم تتدرج فى الصغر كلما ضعفت قوة النهر أى فى مراحله الأخيرة أو قرب مصباته, فلو قارنا بين أحجام الحبيبات المترسبة قرب أسوان لوجدناها تتميز عموما بكبر أحجامها بالنسبة للحبيبات التى

تترسب قرب القاهرة, وهذه تتميز بكبر أحجام حبيباتها بالنسبة للمرسبة قرب رشيد أو دمياط وهكذا. ومن أمثلة الترسيبات النهرية ما يعرف بالسهل الفيضى Flood plainعلى جانبى النهر, أوما يسمى بالمراوح النهرية Aluvial Fans والدلتاوات.

**2- الترسيبات البحيرية Lacustrine deposits**

وهى المواد التى تترسب فى قيعان البحيرات Lakes والتى تتميز بمياها المتوسطة الملوحة والهادئة نسبيا, وتتميز غالبا بوجود طبقة أكثر من كسر المحار Shells على أبعاد مختلفة, وكذلك بوجود تطابق Stratification للترسيبات التى **قد تكون فجائية فى اختلاف قوامها, كأن تكون طينية تحتها طبقة رملية خشنة ثم طبقة طينية ثقيلة, وهكذا, أى لا تخضع للتدرج فى خواصها ولكنها تخضع لظروف ترسيبها التى ربما تتغير تغييرات فجائية. وعليه يصعب اعطاء نموذج عام لطبيعة هذه الترسيبات, ومن أمثلتها أراضى أبيس, حيث انها كانت جزءا من بحيرة مريوط وتم تجفيفها.**

**3- الترسيبات البحرية Marine Sediments**

وهى الترسيبات التى تتكون فى قيعان البحار, وقد تنحصر عنها المياه نتيجة لتغير مستوى سطح البحر فى الأزمنة الجيولوجية المختلفة. أو التى تتكون بفعل الأمواج حيث تترسب على شواطئ البحار .

**2-الرسوبيات الهوائية Wind deposits**

وهى التى تنتقل وتترسب بفعل الرياح والتى تعرف باسم **Aeolian deposits** وتتميز بتجانسها فى الاتجاه وبتدرج قوامها طوليا حيث تقل أحجام حبيباتها كلما بعدت عن مصدرها, ومن أشهرها الترسيبات المعروفة باسم Loses التى تتميز بقوامها السلتى.

**3- الرسوبيات التى تنقل بواسطة الجاذبية الأرضية : Gravity**

وهى التى تنقل من المرتفعات والميول وتترسب بفعل الجاذبية الأرضية وقد تسمى **Colluvial deposits** , وتتميز غالبا بعدم وجود أى تدرج أو تصنيف فى قوامها.

**4- الرسوبيات الجليدية Glacial deposits (drift)**

وهي التى تنقل بفعل الجليد حيث ان تحول المياه الى ثلج يؤدى الى زيادة حجم المحتوى النهرى, وهذا بدوره يؤدى الى حدوث ضغوط على جوانب الأنهار أو المجارى المائية فتؤدى الى شطف فى جوانبها مكونة مواد تترسب على جوانب المجارى المتجمدة بعد انتهاء فترة التجمد مكونة مايعرف بالركامات الجانبية **Lateral morains** أو قد تترسب فى قاع المجرى وتسمى الركامات الأرضية **Ground morains**.

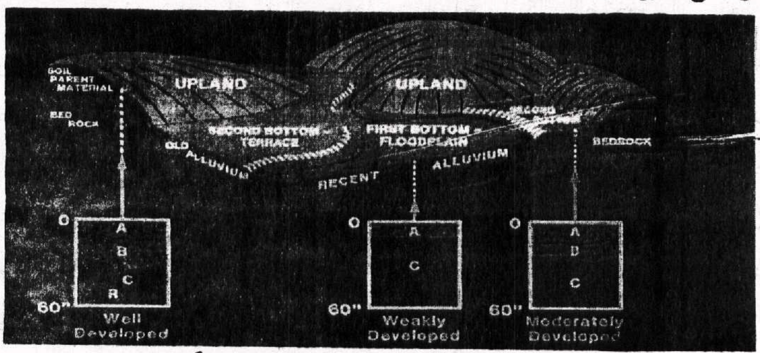
مما سبق يتضح أن هناك عديدا من أنواع وأشكال الصخور التى تعمل كمواد أصل لتكوين أنواع مختلفة من الأراضى. ويجب أن ننوه أن معظم المواد والصخور قد لا تتواجد فى صورة منفردة ولكنها قد تتداخل وتتعاقب فنجد أن أكثر من نوع يكون مادة أصل الأرض واحدة. الأمر الذى يتطلب من الدارس تحديد نوعية وطبيعة مادة الأصل ودرجة تجانسها. **ولذلك ذكرنا أنه عند عمل قطاع أرضى فانه فى كثير من الأحيان يتطلب الأمر الحفر لأعماق أكثر وذلك لتحديد طبيعة ومدى تجانس مادة الأصل وخصوصا فى الدراسة البيدولوجية.**

**2.الطبوغرافية كعامل تكوين أرضى**

**Topography as a soil forming factor**

يعتبر عامل الطبوغرافية من العوامل البيئية الهامة التى تشكل أو تحدد فاعلية أو نشاط عملية تكوين الأراضى. فالطبوغرافية من العوامل الهامة التى تعيد توزيع عناصر المناخ الذى يعتبر من أنشط عوامل تكوين الأراضى بصفة عامة.ويستعمل تعبير طبوغرافية **Topography** كمرادف لتعبير التضاريس **Relief** الذى يستخدم كتعبير عن شكل, وتوزيع القارات والمحيطات, والذى يستخدم أحيانا فى تبيان حالة الأرض من حيث الارتفاع أو الانخفاض النسبى, ويرتبط استعمال تعبير طبوغرافية بالخرائط الطبوغرافية التى يظهر عليها مدى الارتفاع أو الانخفاض من خلال خطوط الكونتور التى تميزها, وهناك تعبير آخر

وربما يكون أشمل وأكثر ارتباطا بخواص الأرض وهو ما يعرف **بشكل الأرض Land Form** وعموما فان المعنى المقصود هو شكل الأرض من حيث المرتفعات والمنخفضات والميول وتدرجها أى هل الأرض مستوية **Level** أو متعرجة **Undulating** أو جبلية, ومدى الاختلاف بين المرتفعات والمنخفضات, وهل الاختلاف فجائى أو تدريجى مع وجود ميول, ودرجة هذا الميل؛ لأنه بالقطع تختلف نوعية الأرض التى تتكون فى المرتفعات عن تلك المتكونة من المنخفضات أو على الميول.




**شكل 7: يوضح علاقة الطبوغرافيا بقطاع التربة المتكون.**

**كذلك فإن الأرض التى تتكون على سطح مستوى ستختلف عن تلك المتكونة على سطح مائل أو متعرج.**

ويمكن تقسيم الطبوغرافية الى ثلاثة أنواع تختلف حسب درجة تبينها أى مدى الأختلاف بين أقل نقطة وأعلى نقطة كالآتى :

**(1) التضاريس الكبرى Macrorelief:**

وهى تطلق على الاختلافات الكبيرة, وتهتم بمظاهر الأرض الكبرى مثل الجبال وسلاسلها والسهول الكبرى والهضاب والوديان التى تختلف ارتفاعاتها اختلافا كبيرا يصل الى مئات أو آلاف الأمتار, والتى ينعكس تأثيرها على خواص

الأرض من خلال عوامل أخرى كالمناخ والأحياء, فكما نعرف أنه كلما ارتفعنا لأعلى فان درجة الحرارة تنخفض بمعدل بين 0.6-1م° /100م حسب رطوبة الجو ولدرجة الحرارة أثرها على نمو النبات وعلى عمليات تكوين الأراضى وتفاعلاتها المختلفة كيميائية كانت أو بيولوجية. أى أن تأثير الطبوغرافية فى حالة الاختلافات الكبرى لا يكون مباشرا وانما يكون من خلال عوامل أخرى وهى المناخ والغطاء النباتى وان كان السبب الرئيسى هو اختلاف الطبوغرافية.

**2) التضاريس المتوسطة Mesorelief:**

وهى تنطبق على الاختلافات المتوسطة والتى قد تصل الى عشرات الأمتار وتكون فى منطقة محدودة, وهذه توضح تأثير عامل الطبوغرافية حيث تعمل على تشكيل أو اعادة توزيع عناصر المناخ الهامة. وفى المثال السابق أوضحنا كيف أعادت الطبوغرافية المتعرجة توزيع مياه الأمطار مما أوجد اختلافات فى كمية المياه التى تترسب خلال القطاعات المختلفة نتيجة لشكل السطح مما أدى الى اكتسابها خصائص متباينة ترتبط بما يعرف بالمناخ المحلى, ويضاف الى ذلك تأثير اتجاه الأمطار وأشعة الشمس, فالجهة المواجهة للأمطار أو أشعة الشمس تختلف بالتأكيد خصائص الأرض بها عن الجبهة أو الجهة الأخرى حيث تؤدى الطبوغرافيا الى ايجاد تباين واضح فى صفات الأرض المختلفة. كما أن ثبات الطبقة السطحية وعمقها - وهى التى يمكن استغلالها زراعيا- يختلف أيضا, ففى المناطق المرتفعة أو مايعرف باسم القسم **crests** تكون هذه الطبقة غير عميقة وغير ثابتة, وكذلك على المنحدرات أو الميول **Slopes** تكون هذه الطبقة غير ثابتة, وقد يحدث لها نحر مائى **Water erosion** بواسطة جريان الماء, أماعند السفوح **Foot Slopes** فتكون هذه الطبقة أكثر عمقا, وفى المنخفضات **depressions** تكون هذه الطبقة أكثر عمقا وثباتا حيث تستقبل أكبر كمية من الترسيبات ويرتبط بهذه العملية وجود حالات او أنواع من القطاعات فالأماكن التى أزيلت أو نقلت أو أخذت منها بعض الطبقات وهى الموجودة على المرتفعات أو المنحدرات تميز بوجود ما يعرف بالقطاع المكشوط **Truncated Profile**; أما الأماكن التى انتقلت اليها أو ترسبت عليها المواد وهى

السفوح أو المنخفضات فتتميز بوجود ما يسمى بالقطاع المدفون **Burried Profile** ولذا فانه من الأمور الهامة فى الدراسة المورفولوجية التعرف على الظروف المحيطة بالمنطقة أو المجاورة لها ليتمكن الدارس من تفسير كل المظاهر التى تقابله والتى يصعب معرفتها لو اقتصر الأمر على دراسة القطاع الأرضى فقط.

**(3) التضاريس الدقيقة Microrelife**

وهى تعبير عن الاختلافات الصغيرة التى لا تتجاوز عدة سنتيمترات أو قد تصل فى بعض الأحيان الى ما يقرب من المتر, وهذه تلعب دورا ومباشرا فى كثير من خصائص الأراضى وخصوصا تلك التى تتعلق بالانتاج الزراعى حيث قد تؤدى الى تباين صفات الأرض فى مسافة لا تتعدى بعض الأمتار, وتنشأ اما نتيجة لسوء تسوية الأرض فى المناطق المنزرعة, أو نتيجة لبعض الخصائص المعدنية للأراضى كتلك الظاهرة المعروفة باسم **جليجاى Gelgai** التى تنشأ نتيجة لارتفاع محتوى الأرض من مجموعة معادن الطين المعروفة باسم **Smectite** والتى لها خاصية التمدد فى وجود الماء والانكماش فى حالة الجفاف مثل معدن **montmorillonite** وذلك تحت ظروف مناخية يتوفر فيها تناوب فترات الجفاف والترطيب حيث تسمح بتكوين شقوق Cracks في فترة الجفاف, وتكون هذه الظاهرة احدى الخصائص المصاحبة لدورة التجفيف والترطيب, وهى من أهم مميزات الأراضى المعروفة باسم **Vertisols** وهى من الأراضى التى تميز كثيرا من بلاد العالم كالسودان والهند وكذلك بعض الأراضى المصرية التى تسمح ظروف استغلالها بتعرضها لفترة جفاف كافية.وتبدو هذه الخاصية على شكل تموجات أو ارتفاعات طفيفة فى سطح الأرض وقد تكون واضحة وتصل الى ما يقرب من نصف متر مما يجعل الماء يتجمع فى المنخفضات فتعمل كمصارف للمناطق المرتفعة. وقد تنشأ التضاريس الدقيقة نتيجة لتعرض الأرض لترسيبات هوائية مكونة ما يعرف بالكراديد **hummocks** والتى كثيرا ما تشاهد فى المناطق الصحراوية أو الأراضى المتاخمة لها.

لوجود هذه التضاريس الدقيقة علاقة مباشرة بتكوين ما يعرف بظاهرة التمليح الثانوى **Secondary Salinization** حيث تعمل المناطق المنخفضة كمصارف للمناطق المرتفعة مما يؤدى الى زيادة تركيز الأملاح بها. وكذا لها علاقة مباشرة بمستوى الماء الأرضى وخصوصا المساحات التى تعانى من سوء الصرف حيث تكون المساحات المنخفضة أقرب الى مستوى الماء الأضى فيؤدى الى صعود الأملاح الذائبة فى مياه الصرف وتراكمها فى المساحات المنخفضة فتسوء خواصها الانتاجية بسبب زيادة تركيز الأملاح الذى يتزايد بفعل تبخير المياه وخصوصا فى المناطق الجافة والنصف جافة والتى تروى ريا صناعيا كما هو الحال فى الأراضى المصرية, ولهذا السبب يعزى ظهور الأملاح على هيئة بقع متناثرة فى المناطق المنزرعة.

**- مستوى الماء الأرضى Ground Water Level**

سبق أن ذكرنا أن بعض العلماء يعتبرون أن مستوى الماء الأرضى أحد عوامل تكوين الأرض الهامة, ولكن البعض الآخر لا يعتبروه عاملا مستقلا؛ وذلك لارتباطه بطبوغرافية الأرض. ومما لا شك فيه أن مستوى الماء الأرضى من العوامل الهامة فى عملية تكوين الأرضى واكتسابها كثيرا من الخواص والمظاهر المورفولوجية, وكذا له تأثير مباشر وهام فيما يتعلق باستغلال الأراضى سواء كان زراعيا أو فى أغراض أخرى كالطرق والمبانى والمرافق وغيرها. ولكن هل يعتبر مستوى الماء الأرضى عاملا مستقلا بدرجة استقلال العوامل الخمسة السابق ذكرها, أى هل هو عامل دائم ومؤثر فى تكوين كل أنواع الأراضى؟.

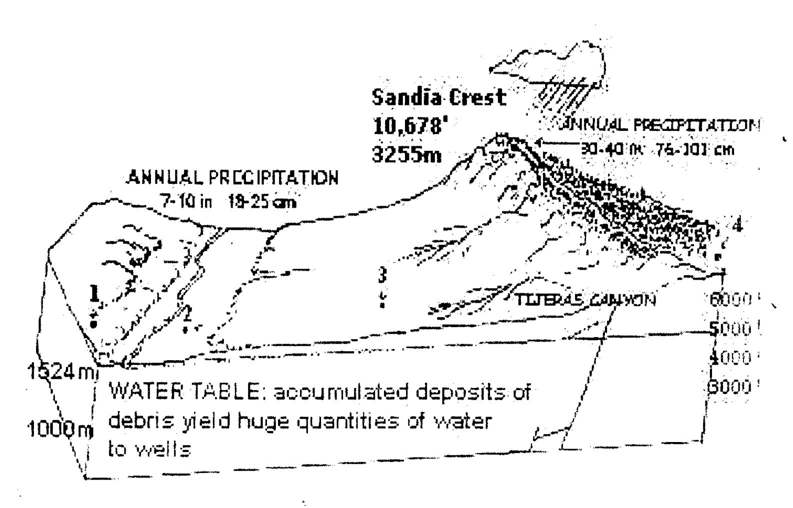
**فى الحقيقة:**

ان مستوى الماء الأرضى رغم فاعليته وتأثيره المباشر على كثير من خواص الأراضى اذا وجد كما ذكرنا الا أنه يعتبر أحد الحالات الناشئة أو المرتبطة بعامل الطبوغرافية, كما أنه يعتبر أيضا واحدا من الخصائص أو الحالات المتناثرة بفعل الأنسان أثناء عملية النشاط الزراعى وخصوصا فيما يتعلق

بعمليات الرى والصرف. والإنسان بدوره يعتبر أحد عناصر الأحياء **Biotic factor**.

كما أن مستوى الماء الأرضى يمكن فى كثير من الحالات التحكم فيه صناعيا وجعله غير مؤثر؛ وذلك بانشاء شبكة مصارف جديدة أو اتباع وسيلة رى معينة لا تؤدى الى ارتفاعه. كما أن مستوى الماء الأرضى يتوقف بدرجة ما على خصائص الأرض وخصوصا على قوام الأرض فقد يكون مستوى الماء الأرضى فى عمق متوسط فنجد أن الأراضى الطينية ذات المسام الدقيقة تعمل على رفعه وجعله مؤثرا, وذلك عن طريق الخاصية الشعرية التى تكون فعالة من الأراضى الطينية, وتعمل كأنابيب شعرية دقيقة, ولذا يظهر تأثير مستوى الماء الأرضى, بعكس الأراضى الرملية التى لا تمتلك هذه القدرة نظرا لكبر حجم حبيباتها, وبالتالى كبر حجم المسام التى يعزى اليها رفع الماء الأرضى بما يحمله من مواد ذائبة كالأملاح, أو فى ملئه للفراغات والمسام التى تحتوى على نسبة كبيرة من الهواء اللازم لنشاط الجذور والأحياء الدقيقة, هذا بالاضافة الى أنه لا يتواجد تأثير الا فى بعض الحالات أو فى بعض المناطق وخصوصا التى تروى ريا صناعيا, أو فى بعض المناطق الرطبة. لهذا يمكن القول: ان مستوى الماء الأرضى يعتبر احدى الخصائص أو الحالات الناتجة عن بعض عوامل تكوين الراضى وليس عاملا مستقلا فى حد ذاته.

ولكن هذا لا يؤثر على أهمية أو الاهتمام بمستوى الماء الأرضى لما له من تأثير مباشر على كثير من عمليات تكوين الأراضى التى تؤدى الى وجود أنواع معينة من الأراضى لها خصائصها المميزة كاالأراضى الملحية والقلوية كما سيتضح ذلك فيما بعد, وبما له من تأثير قوى على الانتاج الزراعى وخصوصا فى المناطق الجافة والنصف جافة التى تقع فيها الأراضى المصرية ومعظم الأراضى العربية فى نطاقها.




**شكل 9: يوضح علاقة الطبوغرافيا بمستوى الماء الأرضي.**

## 3- الزمن كعامل تكوين أرضى
## Time as a soil forming factor

سبق أن ذكرنا أن الأرض تعتبر نظاما ديناميكيا أى فى تغير مستمر مع الزمن. وفى عملية تكوين الأراضى أى تحولها من مادة الأصل الصخرية الى الأرض فانها تمر بمراحل وسطية **Intermediate Stages** حتى تصل الى حالة شبه اتزان مع الظروف البيئية, أى مع عوامل تكوين الأراضى. هذه العملية التى تنطوى أو تنتج من عديد من التفاعلات الكيميائية والبيولوجية ثم عمليات نقل وترسيب تنعكس فيما يعرف بعمليات تكوين الأراضى. كل هذه العمليات فى تداخلها وتفاعلها وتسلسلها تحتاج بالضرورة أو تبدى أهمية الزمن كعامل هام من عوامل تكوين الأراضى, والمقصود بالزمن هنا هو زمن التفاعل أو زمن تأثير العوامل المحددة لعملية تكوين الأراضى. وليس المقصود به ذلك الزمن المطلق **Absolute** ولذلك يميل كثير من العلماء وعلى رأسهم **Dokuchaev** وهو أول من وضع فكرة عوامل تكوين الأراضى الى التعبير عن عامل الزمن بأنه عمر الأرض **Soil Age** أى الزمن الذى استغرقته من لحظة نشأتها أو تكوينها من

مادة الصخر الأمية, أى المراحل الزمنية التى مرت بها منذ ذلك الزمن الذى عبرنا عنه بأنه الزمن=صفر حتى لحظة وجودها بخصائصها المعينة أيا كانت أولية أو وسيطة أو عند حالة شبه الاتزان مع الظروف البيئية التى يعبر عنها بحالة النضوج **Maturity state**.

ويختلف العلماء فى تعريف حالة النضوج, فهناك علماء مثل **Marbut** الذى يعتبر الأرض الناضجة هى تلك الأرض التى تميزت فبها الآفاق وبالذات الأفق B حيث يعتبر دليلا على نشاط عمليات تكوين الأراضى وما اعتراها من تغيرات كعمليات النقل والترسيب. ويستند على أن تكون أفق B وتمييزه يوضح دليلا على نشاط عوامل تكوين الأراضى وتكاتفها فى تكوين أرض ذات قطاع متميز وواضح, الواضحة. لذلك فان الأرض لا تعتبر فى حالاتها الوسيطه كما يصفها الفريق الأول, وانما يقرر المنطق اعتبار قطاع الأراضى الصحراوية هو قطاع ناضج حيث توازن مع الظروف المناخية الجافة التى من خصائصها أعطاه قطاع هذه مواصفاته. والتى ستستمر حتى يحدث تغير فى عامل المناخ. وفى هذه الحالة تنشط عوامل تكوين الأراضى من جديد وبصورة مختلفة. هنا يمكن اعتبار هذه الأرض تمثل حالة ابتدائية أو مادة أصل جديدة لظروف بيئية جديدة لاعطاء أرض ذات مواصفات جديدة ليست كمواصفات الأراضى الصحراوية. وتستمر الأرض فى تغيرها وتطورها مبدية حالات وسطية حتى تصل الى حالة اتزان مع العوامل الجديدة, وهنا تنضج الأرض مرة ثانية. ويعبر عن ذلك بأنه حدث للأرض دورة تكوينية ثانية **Second Cycle of Soil Formation** وربما تتعرض لدورة ثالثة وهكذا, وفى كثير من الأراضى نجد أنها تبدى فى توزيع خصائصها أنها تعرضت لأكثر من دورة تكوينية.

<u>طرق قياس الزمن :</u>

(1) دراسة معدل التغير فى صفة من صفات الأرض كصفة تمييز الآفاق وتقديرها فى الوقت الحالى ثم مقارنتها بحالتها فى مادة الأصل, ومن هذا

المعدل يمكن حساب الزمن الذى استغرقه هذا التغير. ويعيب هذه الطريقة أنها تفترض أن معدل التغير فى هذه الخاصية ثابت, وهذا ربما يكون مخالفا للواقع حيث يتوقف هذا المعدل على ظروف عوامل تكوين الأراضى وطبيعة نشاطها.

(2) اتباع الطريقة السابقة وذلك باستخدام معادن لها صفة المقاومة **Resistance minerals** كالزيركون أو التورمالين أو بعض الأكاسيد كأكاسيد الألومنيوم أو أكسيد السليكون, وهذه الطريقة يلزمها التأكد من تجانس مادة الأصل.

(3) محاولة عمل مقارنة لمعدل الانحلال الذى طرأ على بعض المشآت الأثرية كالأهرامات والمعابد, ولكن يعيب هذه الطريقة أيضا أن درجة تعرض الآثار للعوامل البيئية تغير من وضع الأرض.

(4) استخدام بعض الحفريات النباتية أو الحيوانية.

(5) استخدام الطرق الاشعاعية كالكربون المشع.

(6) عد الحلقات بمقطع جذوع الأشجار فى عددها يدل على عمر الشجرة.

وعموما كما سبق أن أشرنا: ان هذه الطرق كلها تقريبية وهذه طبيعة التقديرات التى تتعلق بأزمنة سابقة. وكل ما يهمنا فى هذا المجال هو تأكيد عامل الزمن كأحدالعوامل المهمة في تكوين الأراضى.

## 4- المناخ كعامل تكوين أراضى
## Climate as a soil forming factor

يعتبر المناخ من أهم عوامل تكوين الأراضى, حيث ترتبط معظم خواص الأراضى الهامة بعناصره ارتباطا وثيقا. وخصائص الأراضى ما هى إلا نتاج عمليات تكوين الأراضى التى تنطوى على سلسلة من التفاعلات الكيميائية والبيولوجية والتغيرات الطبيعية, وكلها تعتمد مباشرة على عناصر المناخ من حرارة ورطوبة (الأمطار) والتى تمد كل هذه التفاعلات والأنشطة بأهم عاملين محددين وهما الماء والطاقة ومصدرهما الأمطار والشمس.

**أولا- الرطوبة كعامل تكوين أراضى:**

يقصد بعنصر الرطوبة كمية المياه التى تدخل فعلا فى نشاط عمليات تكوين الأراضى سواء على السطح أو متخللة قطاع التربة, وليست كمية الأمطار التى تسقط على سطح الأرض فى مكان ما. حيث ان كمية المياه الساقطة خلال الأمطار تتعرض لعوامل فقد كثيره منها, على سبيل المثال ما ذكرناه عند مناقشة عامل الطبوغرافية, وهو الجريان السطحى الذى كان من نتيجته تكوين نوعين من المناخ أحدهما رطب نسبيا وأطلق علبيه مناخ جاف محليا, وهذا ما يعبر عنه ب **Microclimate**, ومنها ما يفقد عن طريق البخر الذى يتوقف على درجة الحرارة ودرجة تشبع الهواء فى المنطقة. ومنها مايفقد عن طريق عملية النتح, وذلك فى حالة وجود غطاء نباتى, ولهذا فان المحصلة الرطوبية هى ناتج طرح هذه الفواقد من كمية الأمطار الساقطة فعلا.

(1) **العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية :**

المادة العضوية هى تعبير عن مدى النشاط الحيوى الذى يتوقف على تواجد الأحياء سواء كانت نباتية أو حيوانية حية كانت أم ميتة,وتعتبر من الخصائص الهامة للأراضى ولها دور كبير فى عمليات تكوين الأراضى. وبداهة فإن الأحياء عموما لا غنى لها عن الماء, حيث انه اساس وجودها وتركيبها, ولذا كان الارتباط بينهما قويا وجوهريا حيث يزداد محتوى الأرض من المادة العضوية كلما زادت الرطوبة أو زاد معدل سقوط الأمطار على افتراض ثبات درجة الحرارة وبقية العوامل الأخرى.

(2) **أفق كربونات الكالسيوم وعلاقته بالرطوبة:**

يعتبر أفق تجمع كربونات الكالسيوم من الخصائص الهامة فى دراسة الأراضى والتى ترتبط ارتباطا وثيقا بكمية الرطوبة فى منطقة ما, وكثيرا ما يؤخذ موقف كربونات الكالسيوم من حيث عمق تجمعها كدليل مباشر على كمية الرطوبة, ولهذا اعتبر من العناصر الهامة فى تقسيم الأراضى. ويطلق اسم كربونات الكالسيوم جوازا على الكربونات الغير ذائبة أو القليلة الذوبان وهى

كربونات الكالسيوم, والماغنسيوم, ويعتبر عمق أفق كربونات الكاسيوم من الخصائص المورفولوجية الهامة التى تعكس او تعبر عن كثير من خصائص الأرض من الوجهة التكوينية, أى فى الدراسة البيدولوجية, كما أنها لا تقل أهمية فى دراسة الأرض من الوجهة الايدافولوجية حيث يرتبط بوجودها فى عمق معين كثيرا من الاعتبارات المتعلقة بخواص الأرض الانتاجية كنظام الرى والصرف التى تتأثر بوجودها.

العلاقة بين الرطوبة وتكوين الطين :

يتكون الطين أساسا كنتيجة لسلسلة من المراحل والعمليات المعقدة من المركبات السليكاتية, وهذه العمليات تحتاج بالضرورة الى الماء حيث انه العامل الأساسى فى كل عمليات التحلل والتكوين, ويمكن توضيح دور الماء بالمعادلة الآتية حيث يتكون معدن طين الكاولينيت **Kaolinite** من مركب سليكاتى كالأرثوكليز **Orthoclase** وهو أحد مكونات مجموعة الفلسبارت.

$$K_2OAl_2O_3.6SiO_2+3H_2O \rightarrow Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O+2KOH+4SiO_2$$

فنجد أنه لتكوين وحدة بنائية واحدة من معدن الطين فانها تحتاج الى ثلاث جزيئات ماء حيث يدخل فى تركيب الوحدة البنائية للطين. بالاضافة الا أنه الوسط الطبيعى الذى تتم فيه ومن خلاله كل التفاعلات الكيميائية. وهكذا كل أنواع الطين يلزم لتكوينها الماء كعامل تكوين أساسى.

ج- العلاقة بين الرطوبة ومعامل الغسيل :

معامل الغسيل **Leaching factor** هوالتعبير عن مدى التغير أوالتطور الذى حدث لقطاع أرض ما عن طريق ايجاد النسبة الجزيئية بين كل من أكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم (حيث انهما من القواعد السهلة الذوبان والحساسة لعملية الغسيل) وبين أكسيد الألومنيوم (حيث انه من القواعد الصعبة الذوبان أو القليلة الحركة) فى أفق الغسيل A وقسمة هذه النسبة على ما يماثلها فى مادة الأصل أى أفق C . ويعبر عن النسبة الجزئية بين اكسيد القواعد الأحادية

**(أكسيد الصوديوم + أكسيد البوتاسيوم) مقسومة على النسبة الجزئية لأكسيد الألومنيوم, ويعبر عنها بالرمز " $ba_1$" حيث ان :-**

$$ba_1 = \frac{K_2O+Na_2O}{Al_2O_3}$$

وهذا تمييز لها عن القيمة $ba_2$ والتى تعبر عن القواعد الأرضية الثنائية حيث أن :-

$$ba_2 = \frac{CaO+MgO}{Al_2O_3}$$

ba1 للأفق A (أفق الغسيل)

والنسبة ------------------ **يعبر عنها بمعامل الغسيل**

ba2 للأفق C (مادة الأصل)

**حيث تعبر عن مدى التغير فى أفاق القطاع نتيجة لأنتقال المواد من أفق A إلى أفق B وذلك لتقدير القيم الموجودة حاليا ومقارنتها بما كانت عليه فى الصخر الأصلى قبل عمليات الغسيل ويجب ملاحظة أن هذا المعامل يمكن حسابه فقط فى الأراضى المحلية.**

هذه العلاقات السابقة يمكن أن توضح مدى الأرتباط القوى بين الرطوبة وبين خصائص الأرض الهامة, ومن هذه العلاقات يمكن أن تشتق أو تستنتج علاقات وخواص أخرى كخاصية غسيل الأملاح التى ترتبط ارتباطا مباشرا بكمية الرطوبة حيث يزيد غسيل الأملاح كلما زادت الرطوبة, وكذلك خاصية تركيز أيون الأيدروجين الذى يزيد بزيادة نسبة الرطوبة, أى أن ارتفاع نسبة الرطوبة فى المناطق المطيرة تعطى قيما منخفضة من التى يتوقف عليها كثير من خواص الأرض الأخرى وذلك بفرض ثبات درجة الحرارة.

ثانيا- الحرارة كعامل من عوامل تكوين الأراضى :

تعتبر الحرارة من العوامل الهامة فى عملية تكوين الأراضى حيث أوضحنا أهميتها كأحد عناصر عامل المناخ, ورأينا أنه حتى بمحاولة تثبيتها نظريا عند مناقشة الرطوبة لم يمكننا, حيث وجدنا أنها تتداخل فى عنصر الرطوبة وتؤثر على مدى فعالية الأمطار الساقطة فى منطقة ما؛ اذ انها تحدد مدى مايفقد من هذه الأمطار عن طريق البخر أو النتح أو كليهما معا. يضاف الى ذلك أن كل التفاعلات والتغييرات التى تحدث خلال عملية تكوين الأراضى تتوقف لدرجة كبيرة على الحرارة حيث ترتبط سرعة التفاعل أيا كانت كيميائية أو حيوية بدرجة الحرارة.

وفى هذا المجال نذكر قاعدة فانت هوف للحرارة التى تنص على أنه لكل ارتفاع فى الحرارة قدره 10 درجات مئوية يقابله زيادة فى سرعة التفاعل قدرها ضعفين أو ثلاثة, وكذلك بين درجة التأين النسبى للماء ودرجة الحرارة فى معامل التجوية لرامان **Ramann's Weathering factor** حيث انه عند درجة حرارة تساوى صفر, 10, 18, 34, 35 درجة مؤية نجد أنه يقابلها درجة تأين نسبى للماء تساوى 0.7, 1, 2.4, 4.5, 8 على التوالى. ولهذا التأين النسبى للماء أثره الفعال فى كل الأنشطة الكيميائية حيث يتأين الماء الى مكونات, وهى الأيدروجين يد+ والأيدروكسيل (أيد). ولهذا النشاط أثره الفعال فى عمليات تكوين الأراضى المختلفة, وكذا له تأثيره المباشر فى كثير من خصائص الأرض التى تتعلق بكونها وسطا لنمو النبات. وكما سبق أن أوضحنا بعض العلاقات الهامة بين الرطوبة وبعض خواص الأرض فيمكن فى هذا المجال أن نذكر بعض الأمثلة الملموسة فقط لتوضيح مدى علاقة الحرارة بخواص الأرض الهامة على افتراض ثبات عامل الرطوبة.

1- العلاقة بين الحرارة والمادة العضوية :

من المعروف أن المادة العضوية وهى تتمثل بجزء كبير من بقايا النباتات والحيوانات والتى تتعرض للتحلل والمعدنة والفقد نتيجة نشاط الأحياء الدقيقة

**Microorganisms** في التربة, وهذه تتوقف سواء فى تكاثرها **أو فى نشاطها** بدرجة كبيرة على درجة الحرارة, وبالتالى كلما زادت درجة الحرارة **كلما أدى** ذلك الى زيادة تحلل المادة العضوية وفقدها أى انخفاض نسبتها فى الأرض.

**2- العلاقة بين الحرارة وتكوين الطين :**

سبق أن ذكرنا أن عملية تكوين الطين من المركبات السليكاتية تمر بمراحل تنطوى على سلسلة من التفاعلات الكيميائية, وعليه فهى تتوقف بدرجة كبيرة على درجة الحرارة, لهذا فانه بافتراض ثبات درجة الرطوبة نجد أن معدل تكوين الطين يزداد كلما زادت درجة الحرارة فى علاقة خطية, **ومما لا شك فيه** أن الارتباط بين درجة الحرارة وتكوين الطين ارتباطا يكون **وثيقا حيث يزيد** معدل تكوين الطين بارتفاع درجة الحرارة. وترتبط **درجة الحرارة ودرجة** الرطوبة بنوع معدن الطين المتكون, ولهذا مجال آخر حيث **تفاصيل هذه العلاقات** كما سنرى بعضها فيما بعد .

**3- العلاقة بين الحرارة والتمليح :**

**مما لا شك** فيه أن تكون الأملاح فى الأرض من **الخواص الهامة سواء** من **ناحية التكوين** أو من الناحية الإنتاجية, حيث لا يخفى علينا مدى **التأثير الضار** لزيادة **تركيز** الأملاح فى الأرض على نمو النباتات.

ويرتبط تمليح الأرض ارتباطا وثيقا بدرجة الحرارة, **ويظهر هذا الأثر فى** كثير من أراضى البلاد ذات درجة الحرارة المرتفعة كأراضينا **حيث يتكون ما** يعرف بالتمليح الثانوى, وخصوصا أن كمية الأمطار **قليلة جدا أو منعدمة**. وعموما كلما زادت درجة الحرارة كلما أدى ذلك الى نشاط الخاصية **الشعرية, أى** ارتفاع الماء الأرضى خلال مسام الأرض وخصوصا **فى الأراضى ذات المحتوى** العالى من الطين والتى تعانى من سوء الصرف حيث **تعمل المسام الطينية الدقيقة** كأنابيب شعرية فترتفع المياه الى أعلى, وذلك لنشاط **عملية تبخير المياه تحت ظروف ارتفاع درجة الحرارة, وبتكرار هذه العملية يزيد تركيز وتراكم الأملاح فى الطبقة السطحية أو تحت السطحية.**

وما يقال عن الأملاح الذائبة يقال على كثير من المركبات كمركبات الحديد والألومنيوم والسليكا حيث ترتفع بالخاصية الشعرية نتيجة الحرارة المرتفعة وتتجمع فى الطبقات السطحية أو على السطح كما يحدث فى كثير من أراضى المناطق الاستوائية رغم وجود نسبة مرتفعة من الأمطار حيث تتكون طبقات متصلبة على السطح من أكاسيد الحديد والألومنيوم, وهذا يفسر تكوين ما يعرف بأراضى اللاتيريت **Laterite** الحمراء كما سيتضح ذلك فيما بعد.

ويرجع **Buringh** الكثير من خواص أراضى المناطق الاستوائية الى تأثير عامل الحرارة حيث انها تتميز بمعدل عال من درجة الحرارة يؤدى الى ارتفاع درجة حرارة المياه المترشحة خلال القطاع والتى تتميز دائما بدفئها(من22-25 درجة مئوية) وينتج من هذا الارتفاع فى درجة حرارة المياه اكتسابها مسلكا خاصا داخل القطاع حيث ان :

(1) تأين الماء يكون مرتفعا حيث يتضاعف الى ما يقرب من أربعة أضعاف عما لو كانت درجة الحرارة 10 درجة مئوية.

(2) يزداد ذوبان السليكا حيث تزيد حوالى 8 أضعاف عما لو كانت درجة الحرارة 10 درجة مئوية

(3) عملية الذوبان تكون أسرع عموما فى كل العناصر.

(4) انخفاض نسبة $CO_2$ التى تتخلل قطاع الأرض نتيجة لسرعة تحلل المادة العضوية وتطايرها.

(5) انخفاض لزوجة الماء مما يؤدى الى زيادة قدرته على تخلل طبقات الأرض.

لهذه الأسباب نجد أن أراضى المنطقة الاستوائية تتميز بقطاعها العميق. وهكذا يتضح مدى أهمية عامل المناخ بعناصره الأساسية وهى الرطوبة والحرارة وعلاقتها بخواص الأرض باعتباره أحد عوامل تكوين الأراضى الهامة والنشطة.

## 5- الأحياء كعامل تكوين أرضى

## Organisms as a soil forming factor

تعتبر الأحياء من العوامل الهامة والأساسية فى تكوين الأراضى, فقد سبق أن ذكرنا أن الأحياء تعتبر من المكونات الرئيسية للأرض, والمقصود بالأحياء هنا كل ما هو حى سواء فوق الأرض أو فى باطنها وتشمل كل الرتب والدرجات والأنواع المختلفة للأحياء مثل النباتات أو ما يعبر عنها بالغطاءالنباتى بدرجاتها المختلفة والتى يعبر عنها بـــ **Phytosphere** وكذلك الحيوانات **Zoosphere** بدرجات تطورها المختلفة, ثم الأحياء الدقيقة **Microorganisms** بأنواعها ورتبها وأطوارها المختلفة.

ويعتبر الانسان أحد المكونات الرئيسية لعامل الأحياء حيث له دور فعال فى تشكيل أو التأثير على عمليات تكوين الأراضى, وقد سبق أن ذكرنا أن بعض العلماء يعتبرون الانسان كعامل مستقل, وذلك من خلال ما يقوم به من عمليات خلال النشاط الزراعى أو اقامة السدود وانشاء الترع والتأثير على الغطاء النباتى. ولكننا ونحن بصدد مناقشة العوامل البيئية الطبيعية فانه يصعب اعتبار الانسان عاملا من عواملها المستقلة, إذ أن تأثيره يكون غالبا بطريقة غير مباشرة وفى أماكن ومساحات معينة, ثم أن مناقشتنا تتركز على تلك العوامل التى تؤثر فى تكوين الأرض فى وضعها وبظروفها الطبيعية دون تدخل الانسان, وهذا لا يمنع دور الانسان الكبير وأثره الفعال على الأرض ولكن من الناحية الانتاجية, أى دوره فى الأرض بكونها وسطا لنمو النباتات. ولهذا مجال أخر وفيما يلى توضيح الدور الذى تقوم به الأحياء المختلفة ودور كل منها فى عملية تكوين الأراضى :

### أولا – النباتات Vegetation

تعتبر النباتات أهم عنصر من عناصر الأحياء التى تلعب دورا هاما ورئيسيا فى تكوين الأنواع المختلفة من الأراضى- وذلك عن طريق :

1- جذور النباتات التي لها القدرة على تخلل الطبقات الصخرية بما تفرزه من ثانى أكسيد الكربون الذى يتحول الى حامض كربونيك حيث يتفاعل مع هذا

الصخر. هذه الجذور بقدرتها على الاختراق تعمل كقنوات **Channels** تساعد على مرور المياه لتلك الطبقات, كذلك تقوم الجذور بامتصاص وادمصاص مكونات المعادن فى محاليلها وتنقلها الى أجزاء النبات الأخرى كالسيقان والأوراق, وهذه الأجزاء بعد تحللها تنطلق منها هذه المركبات أو العناصر وتترسب على الطبقات العليا (السولم) أى أن النباتات تقوم بدور مباشر فى عملية تمييز الآفاق.

2- تقوم النباتات بتحويل ونقل للطاقة الشمسية **Solar energy** الى طاقة كيميائية **Chemical energy** وذلك بعد موتها وتحللها حيث تنطلق هذه الطاقة التى تعتبر أهم مصادر الطاقة التى تقوم عليها عمليات تكوين الأراضى.

3- بعد وأثناء تحلل البقايا النباتية يتكون الدبال **Humus** ذلك المركب المعقد الذى يكون أحماضا عضوية تقوم بالتفاعل مع الصخر فتنطلق العناصر التى يحتاجها النبات فى صورة سهلة الذوبان والامتصاص عن طريق النباتات, وتنتقل الى الطبقات السطحية كما سبق ذكره, كما أن وجوده يعمل على خفض pH الأرض حيث ان له طبيعة أمفوتيرية **Amphoteric** تعمل على موازنة وتنظيم درجة الـــ pH التى تعتمد عليها كثيرا من عمليات التفاعل وصلاحية كثير من العناصر اللازمة لنمو النبات, ويعتبر الدبال من المركبات الأساسية التى لها دور فعال فى تكوين معقد الأرض الغروى الذى يتكون من المواد المعدنية والعضوية **Organo-Mineral complex** هذا المعقد الغروى له دوره الفعال فى عملية ادمصاص العناصر الغذائية والتبادل الأيونى **Ionic-Exchange** على سطوحه, ولذا فهو من العوامل الهامة فى تحديد خصوبة الأراضى، ولهذا مجال آخر.

وهذا المركب المعقد له دوره أيضا فى عملية استخلاص كثير من العناصر من الصخور والمعادن عن طريق ما يعرف بالعملية المخلبية **Chelating Process** ثم نقلها على هيئة معلقات من أفق A وترسيبها تحت

ظروف ملائمة من pH حيث تتحلل وتنفرد الأيونات الممسوكة أو المخلوبة وتترسب في أفق B . وهذه احدى عمليات تمييز الآفاق الهامة والتى تطلق عليها عملية **Cheluviation** وهذه العملية من العمليات الهامة, خصوصا فى المناطق الرطبة حيث تفسر كيف تنتقل المركبات والعناصر الغير ذائبة فى الماء كما سيتضح في بعض عمليات تكوين الأراضى الهامة مثل عملية **Podzoilzation**.

4- تعمل النباتات على تثبيت وحماية سطح التربة ضد عمليات النحر **Erosion** والتجوية **Weatheing** وهما من عمليات الهدم **Destruction** التى تعمل ضد عمليات تكوين الأراضى.

5- للغطاء النباتى أثره الفعال فى تشكيل وتغيير عناصر المناخ كالحرارة حيث وجد **Nordlinger** أن درجة حرارة الهواء تنخفض بمعدل 1.3م فى الغابات المخروطية, 0.9 م فى الغابات الصنوبرية عن درجة حرارة الهواء فى الأراضى المكشوفة. ولدرجة الحرارة أهميتها فى عمليات تكوين الأراضى كما سبق ذكره.

6- كذلك يلعب الغطاء النباتى دورا هاما فى اعادة توزيع الأمطار الساقطة وذلك عن طريق عملية النتح التى تؤدى الى فقد كمية من الأمطار قد تصل الى أكثر من 25% وخصوصا فى المناطق الاستوائية.

**ثانيا- الحيوانات Animals**

والمقصود بها الحيوانات, والزواحف والطيور والحشرات، والديدان بمختلف أحجامها وأطوارها سواء منها ما يعيش فوق سطح الأرض أو فى باطنها, وهذه تلعب دورا وان كان محدودا فى عملية تكوين الأرض حيث تعمل على اثارة سطح التربة وتتخلل طبقاتها السفلى حيث تعمل قنوات تشابه ما تقوم به جذور النباتات الى جانب تأثيرها الهام بعد موتها أو بقاياها حيث تنفرد منها الأحماض العضوية خلال تكوين الدبال والذى سبق أن تكلمنا عن الدور الهام الذى يقوم به. ويمكن أن نتصور دورها اذا علمنا أنه فى بعض المناطق الاستوائية تقوم جماعات من النمل الأبيض Termites بحفر الأرض وعمل كومات أو تلال يبلغ ارتفاعها

عدة أمتار مما يؤدى الى تغير طبوغرافية الأرض وبالتالى تغيير مسلك عمليات تكوين الأراضى واعطاء أراضى ذات خصائص مختلفة وتأثير هذه الحيوانات المختلفة لا يرجع الى تغير طبوغرافية الأرض فقط.ولكن يؤدى الى زيادة نفاذيتها للماء حيث تكون الأرض مفككة مما يسهل اختراق المياة للطبقات السفلى, ويمكن تصور ذلك أيضا لو عرفنا أن عدد الديدان الأرضية التى تتراوح أطوالها بين 2-10 سم يصل عددها فى الفدان الواحد الى مئات الآلاف, فقد وجد Dimo أن عدد الديدان الأرضية فى أرض منزرعة برسيم وصل الى 740.000 دودة وأن الفراغات التى قامت بحفرها وصل عددها الى ما يقرب من 7.780.000 حفرة فى الفدان الواحد من هذا يمكن تصور الأثر الكبير التى تقوم به الأنواع المختلفة من الحيوانات.

## ثالثا - الأحياء الدقيقة Microorganisms

تعتبر الأحياء الدقيقة عنصرا هاما من عناصر الأحياء التى تشكل علاقة وطيدة بينها وبين دراسة الأراضى فى مختلف صورها واهتماماتها, وان كانت دراسة الأحياء الدقيقة قد نالت اهتماما نسبيا فى دراسة الأرض من وجهة كونها بيئة لنمو النباتات حيث تعتبر عاملا هاما ورئيسيا فى دورات العناصر المختلفة اللازمة لنمو النباتات, الا أنها لم تنل الأهتمام الواجب أو الذى يتناسب مع أهمية الدور الذى تقوم به عملية تكوين الأراضى, حيث تعتبر من الركائز الأساسية التى تعتمد عليها عملية تكوين الأراضى وخصوصا فى المناطق الجافة والنصف جافة. ففى المناطق الصحراوية حيث ندرة الغطاء النباتى أو انعدامه تلعب الأحياء الدقيقة دورا هاما, فهى تعتبر المصدر الرئيسى للنشاط البيولوجى فى تكوين الأراضى فى هذه المناطق حيث احتياجاتها من الرطوبة تعتبر ضئيلة.

## أسئلة

## الوحدة التعليمية الرابعة

1. وضح مفهوم Soil formation ؟
2. أذكر عوامل ومعادلة تكوين الأراضي؟
3. ماهي أهم الشروط الواجب توافرها في أي من عوامل التكوين؟
4. تكلم عن مادة الأصل كعامل من عوامل تكوين الأراضي؟
5. "تختلف الرسوبيات المائية حسب بيئة الترسيب" أشرح هذه العبارة موضحا أهم الرسوبيات المائية؟
6. أكتب عن كل من الرسوبيات الهوائية – رسوبيات الجاذبية الأرضية – الرسوبيات الجليدية؟
7. في رأيك عن ماذا يعبر مصطلح الطبوغرافيا؟
8. تقسم الطبوغرافية إلي ثلاثة أنواع .... وضح ذلك؟
9. كيف يمكنك توضيح دور مستوي الماء الأرضي في تكوين واستغلال الأراضي؟
10. يختلف العلماء في تعريف حالة نضوج التربة – أشرح ذلك؟
11. يمكن قياس الزمن بعدة طرق وضح ذلك؟
12. تكلم باختصار عن كل من العلاقات التالية:-

الرطوبة والمادة العضوية-الرطوبة وتكوين الطين-الرطوبة ومعامل الغسيل.

13. اشرح العلاقة بين الحرارة وكل من المادة العضوية وتكوين الطين والتمليح؟
14. وضح رؤية العالم Jenny لدور النباتات والأحياء في التأثير علي تكوين التربة؟
15. للأحياء الدقيقة دورا هاما في تطور الأراضي اشرح ذلك؟
16. تكلم باختصار عن النباتات ودورها في تكوين الأراضي؟

# الوحدة التعليمية الخامسة

## القطاع الأرضي ووحدة دراسة الأرض

## Soil profile and soil individual

**الأهـــداف:**

**بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادراً على أن:-**

1. يعرف القطاع الأرضي ووحدة دراسة الأرض تعريفاً صحيحاً.
2. يحدد عمق القطاع الأرضي وفقاً للحالات المختلفة.
3. يشرح كيفية عمل القطاع الأرضي.
4. يتفهم ماهية وحدة دراسة الأرض (Soil pedon).
5. يدرك ملامح التمييز بين آفاق القطاع الأرضي مورفولوجياً.
6. يدرس ويدرك مدلولات لون الأرض.
7. يصنف قوام الأراضي.
8. يتعرف على خاصية بناء الأراضي.
9. يتفهم التكوينات الجديدة وظروف نشأتها .

**العناصـــــر:-**

1. القطاع الأرضي
2. تحديد عمق القطاع الأرضي .
3. كيفية عمل القطاع الأرضي.
4. وحدة دراسة الأرض.
5. ملامح التمييز بين آفاق القطاع الأرضي مورولوجياً
6. لون الأرض.
7. قوام الأراضي.
8. بناء الأراضي.
9. التكوينات الجديدة .

## الوحدة التعليمية الخامسة

## القطاع الأرضي ووحدة دراسة الأرض

## Soil profile and soil individual

### القطاع الأرضي:

سبق أن ذكرنا أن الأرض تتكون من أو تتركب من أكثر من صورة أو طور، هذه الخاصية تنعكس في صفة طبيعية هامة من صفات الأرض وهي صفة النفاذية Permeability والتي تكون إما موروثة من طبيعية ونوعية الصخر الذي تكونت عليه الأرض كالصخور الرسوبية، أو تكون مكتسبة وذلك أثناء عملية تكوين الأرض من الخر الأصلي كالصخور النارية مثلاً نتيجة لوجود هذه النفاذية أو المسامية فإن الأرض تكتسب صفة أخرى أوتسلك مسلكاً هاماً وهو إمكانية تسرب الماء أي تحركة خلال هيكلها، وتعتبر عملية تحرك الماء خلال جسم الأرض هي الركيزة الأساسية في إكتساب الأرض العديد من خاصها أثناء عملية تينها وحتى نضوجها، وكلنا يعلم ما للماء من أهمية خاصة في كل العمليات والتفاعلات الكيميائية والحيوية بالنسبة للأرض والنبات على السواء.

نتيجة لحركة الماء في الاتجاه الطبيعي لأسفل (ويكون التحرك لأعلى، ولهذا ظروف خاصة سترد فيما بعد) فإن الماء وهو المذيب الطبيعي لكل من العناصرو المركبات بنقل هذه المواد من طبقة لأخرى إما على هيئة محاليل Solutions أي في صورة ذائبة أو هيئة معلقات Suspensions، ولعملية النقل والترسيب هذه قواعد وضوابط تتوقف على الظروف البيئية، نتيجة لحوث عملية الانتقال هذه فإنه يحدث تغيير أوتمييز Differentiation لهذه الطبقات، يجعلها تختلف عن الحالة الأولية التي نشأت منها، كلما استمرت هذه العملية كلما زاد الاختلاف التميظ بين الطبقات،ولو تصورنا عمل مقطع رأسي يبدأ من السطح وحتى عمق حوالي مكتر ونصف مثلاً وهو أكثر من أقصى عمق يمكن أن تصل إليه جذور النباتات التقليدية. وباتساع يسهل للشخص دراسته أوفحصه وليكن

بمساحة سطحيه في حدد متر مربع أو أكثر قليلاً لوجدنا أن هناك اختلافاً في كثير من صفات الأرض في الاتجاه الرأسي Vertical direction أي تمييزاً رأسياً في الطبقات عدم وجود اختلافات جوهرية مميزة في الاتجاه الأفقي Horizontal direction أي صفات كل طبقة تكون متماثلة في الاتجاه الموازي للسطح، هذه الخاصية هي ما يعبر عنها بأن الأرض جاهية Anisotropic، وفي لغة البيدولوجي يعبر عن هذه الخاصية بأن الأرض لها قطاع، وهذا القطاع يحتوي أويتكون من طبقات مميزة متباينة في الاتجاه الرأسي ومتماثلة في الاتجاه الأفقي والتي تسمى بيدولوجيا باسم آفاق الأرض Soil horizons وهذا تمييزاً لها عن الطبقات الجيولوجية Geological التي تتكون وتخضع في ترتيبها وتطابقها لظروف الترسيب الجيولوجية، وليس لعوامل تكين الأراضي وعملياته التي تؤدي إلى تكوين آفاق القطاع الأرضي.

أي أن القطاع الأرضي وهو مقطع رأسي يبدأ من السطح وحتى مادة الأصل ويتكون من عدة آفاق تختلف في خواصها نتيجة لعمليات تكوين الأراضي وتربطها علاقة وراثية في أنها نشأت من مادة أصل واحدة ولهذا يطلق عليها آفاق وراثية Genetical horizons ولترتيب هذه الآفاق وتدرجها في الخواص ودرجة نضوجها أهمية خاصة في تحديد كثير من أنواع الأ{اضي، إلا أن إتفاقاً يكاد يكون عاماً بين المشتغلين بعلوم الأراضي في ترتيب وتسمية هذه الآفاق على النحو التالي:

1- **أفق A:**

وهو أفق الازالة Eluvial horizon أو أفق الغسيل، أو أفق النهايات الصغرى حيث تغسل وتنقل منه المواد على صورة مذيبات أو معلقات.

2- **أفق B:**

وهو أفق التجميع أوالترسيب Illuvial horizon وهو أفق النهايات الكبرى حيث تتجمع المواد المنقولة من أفق A.

**3- أفق C :**

ويعبر عنه مادة الأصل Parent material التي نشأت أوتكونت منها او عليها هذه الأرض.ويمكن التعبير عن هذه الآفاق بيانياً وبطريق تتشابه مع التوزيع الطبيعي للآفاق، وذلك بأخذ صفة هامة ولتكن النسبة المئوية وبيان توزيعها مع العمق في الآفاق الرئيسية Master horizons للقطاع.

نظراً لاختلاف وتباين المواد التي تنقل من أفق الازالة إلى أفق التجميع فإن هناك تبايناً واختلافاً في سرعة تحركها وانتقالها وفي درجات ذوبانها وترسيبها، لذا فاننا نجد أن النهايات الصغرى وكذلك النهايات الكبرى لاتنطبق على بعضها البعض. وقد يحدث تداخل بين الآفاق، كأن يكون عمقاً معيناً ممثلاً لأفق B بالنسبة لخاصية ما، في نفس الوقت تنقل منه مادة أو أخرى،أي أنه يعتبر جزءاً من أفق A لهذه المادة أوتلك المواد.

لهذا يسمى كل أفق حسب نوع الخاصية أوالمركب أوقد يعبرعنها برموز مشتقة من الرمز الأصلي، وهي متفق عليها لتوضيمناطق التداخل أوما عنها بالآفاق الانتقالية Transimational horizons.

مثلاً $A_1$, $A_3$, $B_1$, $B_3$ حيث يعتبر كلا من $A_2$, $B_2$ مركزاً لنوع الأفق حيث لا يكون فيهما أي تداخل، أي يمثلا الآفاق الحقيقية للقطاع بالاضافة إلى أفق C. أوقد يعبر عن أفق تجميع كربونات الكالسيوم ب $B_{ca}$ والطين بـــ$B_t$ وهكذا.

وبالرغم من وجود أوظهور اعتراضات كثيرة على استعمال هذه الآفاق في السنوات الأخيرة وذلك لصعوبة تحديدها أوتواجدها في كثير من أنواع الأراضي مما يشكل صعوبة في دراسة وتسمية وتقسيم كثير من أنواع الأراضي، وبالرغم من ظهور ما يعرف بالآفاق التشخيصية التي تعتمد على صفات وخصائص مقاسة ومحددة مما أدى إلى سهولة وامكانية دراسة أي أرض مهما كانت طبيعتها أودرجة نضوجها، إلا أنه مازالت هذه الآفاق التي تعرف باسم الآفاق الرئيسية متداولة وخصوصاً في الأراضي التي يسهل تمييزها فيها.ولذا وجب أن نتناولها وخصوصاً بالنسبة للدراس المبتدئ، حيث نتحرى التبسيط لامكانية التصور. ولكن بالنسبة

للمشتغلين، والمتخصصين في علوم الأراضي وخصوصاً في الدراسات البيدولوجية وحصر الأراضي فإن هذا التبسيط لم يعد يكفي ولابد من معرفة التغيير الكبير والتطور اذي حدث في استعمال هذه المصطلحات والرموز, واستكمالها بدراسة الآفاق التشخيصية التي أصبحت هي المدخل والأساس الذي تبنى عليه تقسيمات الأراضي الحديثة وخصوصاً في الأراضي التي يصعب تمييز أوتحديد الآفاق الرئيسية بها كأراضي المناطق الجافة والأراضي الحديثة كما هو الحال في معظم الأراضي المصرية وأراضي البلاد العربية عموماً.

## تحديد عمق القطاع الأرضي:

القطاع الأرضي عبارة عن مقطع رأسي يبدأ من سطح الأرض وينتهي بالوصول إلى مادة الأصل والتي تثبت خواصها مع العمق، أوإلى مستوى الماء الأرضي Ground Water Table أو إلى عمق متر ونصف أيهما أقل، وحدود عمق القطاع هذه هي أكثر شيوعاً أوالمتعارف عليها، ولكنها قد تختلف حسب نوعية الأرض أو الغرض من الدراسة. ففي معظم الدراسات البيدولوجية لا يكتفى عادة بهذا العمق حيث تتطلب الدراسة معرفة مستوى الماء الأرضي على ما تحته من طبقات وما يسودها من عمليات، فكثيراً ما يمن مستوى الماء الأرضي غير ثابت، وكذلك يهتم البيدولوجي بمعرفة طبيعة الطبقة الصخرية من حيث تطابقها أوتغيرها حيث تعطي فكرة عن ظروف ترسيبها أودورات التعرية التي مرت بها. في بعض أنواع الأراضي وخصوصاً أراضي المناطق الأستوائية التي تتصف بعمق قطاعها نظراً لنشاط عمليات تكوين الأراضي تحت مناخ تسودة درجة حرارة مرتفعة وأمطار غزيرة كما سيتضح ذلك في أراضي اللاتريت فيما بعد، يكون العمق أكثر من ذلك بكثير.

## كيفية عمل قطاع الأرضي:

لدراسة قطاع أرضي يختار في مكان ممثل بقدر الامكان المساحة المأخوذة فيها أوالتي يمثلها ويحدد الاتجاه الأفقي بمساحة 1 x 1.5 متر تقريباً،

وهذه المساحة تزداد كلما تطلب الزيادة عمق الحفر، حيث إنه كلما زاد العمق المطلوب عن 1.5 متر وجب أن يبدأ الحفر بمساحة أكبر تقل تدريجياً مع العمق المطلوب في أحد الجوانب لتمكن القائم بالحفر من أداء العملية بسهولة، ويجب أن يكون أحد جوانب الحفر على الأقل مستقيماً في الاتجاه الرأسي حتي يمكن دراسة تمييز الافاق وتحديد أعماقها الحقيقية، وكذلك لتصويره إذا لزم الأمر وكذا لأخذ عينات Soil samples ممثلة لكل أفق، وفي العادة يكون هذا في الجانب المواجه للشمس، ويلاحظ أن العينات يجب أن تؤخذ ممثلة تماماً للأفق وأن يبدأ أخذ العينات من أسفل لأعلى حتى لا تتلوث الآفاق السفلية بمحتويات الآفاق العلوية، ويكون ذلك بعد الانتهاء من وصف آفاق القطاع، وسيتضح ذلك بالتفصيل في الدراسة العملية والحقلية. ويلاحظ أن عمق مستوى الماء الأرضي لايحدد وقت الحفر مباشرة، ولكن يترك لفترة كافية حني يتوازن مستوى الماء الأرضي مع المستوى العام في المنطقة يثبت، في العادة تحتاج هذه العملية إلى زمن يختلف وطبيعة قوام الأرض، ولكن يترك القطاع بعد الحفر لمدة 24 ساعة تعتبر فترة كافية لمعظم أنواع الأراضي.

كما يجب ملاحظة أنه في كثير من الأحيان وخصوصاً في الأراضي المنزرعة أوالثقيلة يكون هناك مستوى ماء قريب نسبياً من السطح ولعمق محدود ويطلق عليه مستوى الماء الأرضي المعلق perehed water وهذا المستوى لا يعبر عن عمق مستوى الماء الأرضي أي لا يحدد عمق القطاع، وإنما يؤخذ في وصف القطاع مورفولوجياً، ويستمر الحفر حتى ظهور مستوى الماء الأرضي الحقيقي في منطقة الدراسة.

## وحدة دراسة الأرض: Soil Individual

عند دراسة أي أرض يجب ألا يكتفى بوصف وجهة القطاع في الاتجاه الرأسي فقط ولكن يجب أن تؤخذ ظروف سطح الأرض في الاعتبار من حيث الميل والشكل الطبوغرافي كل المظاهر الموجودة على السطح، أي لا يكتفى

بدراسة الاتجاه الرأسي، ولكن من دراسة الاتجاه الأفقي أيضاً حتى تتكون صورة كاملة، أي تكون الدراسة لوحدة متماثلة تماماً لمساحة معينة في الاتجاهات الثلاثة (اتجاهين أفقيين واتجاه رأسي)، وفي هذه الحالة نكون قد عبرنا بدقة عما يسمى بوحدة الأرض Soil Individual تعبيراً حقيقياً متكاملاً، ولايكون التعبير عنها ممثلاً بالقطاع الأرضي فقط، نما تكون الوحدة ممثلة بتعبير أدق وأشمل فيما يعرف بالبيدون Pedon. **أي أن البيدون هو وحدة الأرض وليس القطاع.**

حيث يعرف البيدون انه أصغر وحدة حجمية يمكن أن يطلق عليها أرض، ويكون ممثلاً لوحدة الأرض تمثيلاً حقيقياً، حيث إنه درس في ثلاث اتجاهات، ويحدد عمقه في الاتجاه الرأسي القطاع السابق ذكره، وتتراوح مساحته السطحية ما بين 1- 10 مترمربع تتوقف على درجة التماثل في الخواص، قد لايكفي البيدون الواحد لتمثيل وحدة الأرض لكثرة الاختلافات فيها- ويحتاج الأمر لأكثر من بيدون لتمثيلها أو للتعبير عنها وهو تكون الوحدة ممثلة بعدد من البيدونات poly Pedon.

ومن هذا يتضح أن القطاع الأرضي أوبالتحديد إحدى اجهاته التي تدرس وتؤخذ منها العينات لاتعبر عن وحدة الأرض، وإنما وحدة دراسة الأرض الحقيقية تمثل بالوحدة الأشمل وهي البيدون.

وقد يفهم من ذلك وكما يظن البعض أن ذلك معناه عدم أهمية القطاع الأرضي، ولكن يجب أن نوضح أن دراسة خصائص هذه الوحدة الأرضية التي تمثل بالبيدون تشمل أوتتطلب دراسة الاتجاه الرأسي الممثل بالقطاع الأرضي، أي أن القطاع الأرضي هو أحد العناصر الهامة في تحديد خواص هه الوحدة التي تمثل نوع أو مستوى تقسيمي معين من الأرض.

Soil individual is a natural unit in the landscape characterized by: position, size, shape, profile and other features. It can be described and defined from pedon or polypedon

**ملامح التمييز بين آفاق القطاع الأرضي مورفولوجياً:**

سبق أن ذكرنا أن تمييز الآفاق في لقطاع الأرضي وسيلتها الأساسية هي استخدام الملامح أو الصفات المورفولوجية، ويعتبر تمييز الآفاق ووضع حدود قياسية لها من أساسيات الدراسة البيدولوجية حيث توضح حصيلة أو نتاج كل عمليات تكوين التي حدث أو مازالت تحدث في أرض ما وتحت ظروف معينة، وهذه بدورها تنعكس وتؤثر في الأرض بكونها وسطاً لنمو النباتات، لذا فإنه من اللازم ولكي تكون الدراسة على أسس علمية أن يحدد في القطاع الأرضي كل الآفاق التي يحتوي عليها وتوصف موفولوجياً في الحقل، ثم تؤخذ العينات من كل أفق على حدة، وذلك لاستكمال الدراسة المعملية حسب الغرض الذي تجرى من أجله الدراسة.

وعملية تمييز الآفاق وتحديدها تحتاج إلى خبرة معينة تقوم على استعمال بعض الخصائص المورفولوجية الهامة، وهذه الخصائص روعي في اختيارها عدة اعتبارات هامة وهي:

أ- أن تسهل مشاهدتها أو تمييزها بالحواس الطبيعية للإنسان أو الوسائل المتاحة في الحقل.

ب-أن يكون لها دلالة عن حدوث عمليات تكوينية معينة.

ج- أن يكون منها أومن خلالها التأكد أو التوقع من سيادة أو وجود خصائص أوصفات معينة لهذه الأرض.

د- أن تكون من صفات الأرض المميزة Differentiation characteristics.

من أهم هذه الخصائص أو الملامح المورفولوجية:

**1- لون الأرض: Soil colour:**

يعتبر لون الأرض محصلة حقيقية أو انعكاساً لكثير من صفات الأرض الطبيعية والكيميائية والحيوية والمعدنية، لذا يعتبر اللون من أهم الصفات التي تقوم عليها الدراسة المورفولوجية عموماً، ويمكن أيضاً من دراسة اللون معرفة أو التوقع مباشرة من نوعية عمليات تكوين الأراضي السائدة. وكذا تحديد مدى خصوبة هذه الأرض وبالتالي قدرتها الإنتاجية.

ويتحدد لون الأرض عموماً بوجود بعض المواد العضوية والمعدنية كالدبال وما ينتج عنه من أحماض عضوية ومن بعض الأكاسيد التي لها صفة الانتشار والتأثر الواضح بالظروف البيئية كأكاسيد الحديد، وبعض المعادن والأملاح الأخرى وكذا درجة رطوبة الأرض، فلو أخذنا لوناً معيناً ودرسنا احتمالات ودلائل تكوينية، لعلمنا إلى أي مدى يمكن اعتبار اللون صفة هامة يمكن منها التعرف على كثير من خواص الأرض- وليكن اللون الأزرق المخضر. فمعنى وجود هذا اللون في كل أو جزء من أفق معين أن أكاسيد الحديد على صورة حديدوز "FeO" وهذا معناه أن الأفق يسوده ظروف اختزالية Reduction أي عدم توافر الهواء الجوي الذي يحوي الأكسجين، وهذا يعني ظروف ارتفاع مستوى الماء الأرضي وبقائه لمدة طويلة أتاحت حدوث عملية الاختزال وذلك لرداءة الصرف، ولو كان هذا الأفق في مجال جذور النباتات لا يمكن التنبؤ بانخفاض إنتاجية هذه الأرض عموماً، حيث إن الجذور تحتاج إلى التهوية لإمكان إتمام العمليات الفسيولوجية من امتصاص وتنفس، وكذا لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة التي لها علاقة مباشرة بخصوبة وإنتاجية الأرض. وهكذا أمكن من وجود لون معين توقع أو معرفة كثيراً من خصائص الأرض الهامة، وهكذا في بقية الأوان حيث لكل لون دلالته، من هذا يتضح أهمية دراسة اللون واعتباره من الصفات المورفولوجية الهامة، ولهذا نجد أن معظم أنظمة تقسيم الأراضي تقوم على أساس

اللون كتقسيم العالم Marbut كما سنرى ذلك فيما بعد. ولأهمية هذه الصفات نجد أنه في وصف آفاق القطاع الأول ما يذكر هو صفة اللون.

وبهذا لم تترك هذه الصفة الهامة للتقديرات الفردية التي قد تختلف من شخص لآخر حسب مقدرته على التعبير عن اللون أو حسب قدرته على تمييز الألوان، ولكنها حددت دولياً على أساس دراسة مكونات أو عناصر اللون وبدرجاتها المختلفة.

أ- الهيو Hue: وهو تعبير عن موقع اللون بالنسبة لألوان الطيف المنظور.

ب-قيمة اللون Value : أو درجة اللمعان وهي تصف أو تحدد موقع اللون ما بين اللون الفاتح light أو اللون الغامق أو القاتم.

ت-درجة التشبع Chroma وهي تعني درجة التشبع أو النقاء التام وما بينهما. وقد أخذ أطلس شركة منسل Munsell كأساس دولي للمقارنة في إعطاء قيم هذه المكونات ومنها يمكن تحديد وذكر اسم اللون, ويعرف هذا الأطلس المقارن باسم Munsell Soil Colour Charts فمثلاً تقدير لون الأرض ما قورنت بألوان منسل وجد أنها تماثل لوناً قيمته كالآتي:

الهيو YR 10 ، قيمة اللون 4 ودرجة التشبع 2/ يأخذ هذه الأرقام والرموز وتحديد اسمها في الصفحة المقابلة وجد أنها dk. Gr. Brown وعلى ذلك يعبر عن اسم اللون في الوصف المورفولوجي كالآتي:

Dark gray brown (10YR4/2) ونظراً لأن اللون يختلف حسب درجة رطوبة التربة فيجب أن يشار بعد هذا الاسم والرمز عما إذا كانت هذه الأرض قدرت وهي جافة أورطبة بأن تكتب بين قوسين حرف (m) إذا كانت رطبة أوحرف d إذا كانت جافة وقد يكتب الاسم بين القوسين كاملاً.

وعموماً فكلما كان التمييز أو الفرق بين ألوان الآفاق واضحاً كلما دل ذلك على نشاط وفاعلية عمليات تكوين الأراضي أي على تقدم القطاع نحو النضج.

**2- قوام الأراضي: Soil texture**

يعبر قوام الأرض عن التوزيع الحجمي للحبيبات المكونة لهيكل الأرض أي بالنسبة لكل حجم من الحبيبات المكونة للأرض التي تختلف أحجامها والتي قسمت دولياً إلى أحجام متعارف عليها وهي الرمل والسلت والطين حيث وضعت مصطلحات تعبر عن وجود النسب المختلفة لهذه الأحجام الرئيسية. ويعتبر قوام الأرض من الصفات المميزة الهامة والتي تقوم عليها أو ترتبط بها كثير من صفات الأرض الهامة كالعلاقات المائية والهوائية ومقدرة الأرض على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية اللازمة للنبات.

وخاصية القوام رغم أهميتها القصوى فهي تعتبر من أسهل الخواص تقديراً في الحقل فيمكن بالعين المجردة أو باختبار الملمس، وذلك بأخذ عينة من الأرض وترطيبها بالماء ثم فركها بين أصابع اليد يمكن أن تحس بخشونة أو نعومة هذه العينة، وبالتدريب على هذه العملية يمكن بسهولة تحديد الاسم التقريبي لها، وبالتالي وضع الفروق أو التميز بين قوام الآفاق المختلفة في الحقل. وينصح المبتدئين في إجراء هذا الاختيار بتقديره في الحقل ثم أخذ عينات لإعادة التقديره بالطريقة المعملية أي إجراء هذا التحليل الميكانيكي ثم مقارنة التسمية في الحقل بنتائج التسمية بالمعمل، وبتكرار هذه العملية عدة مرات وفي عينات مختلفة يمكن للشخص أن يكتسب القدرة على وصف هذه الصفة في الحقل مباشرة حيث إنها من أهم الصفات التي يعول عليها في كثير من دراسات الأراضي المختلفة سواء من الوجهة البيدولوجية أو الوجهة الايدافولوجية.

**3-بناء الأراضي: Soil Structure**

وهو تعبير يقصد به كيفية ربط مجاميع حبيبات الأرض ببعضها وتركيبها في أشكال هندسية تتوقف على نوعية وأحجام الحبيبات، وكذا على كثير من خواص الأرض السائدة. ويكن مشاهدة ودراسة بناء الأرض عندما تجف الأرض، وتبدأ في التشقق أي تنفصل كلها في تراكيب وأشكال هندسية معينة،

وبناء الأرض يرتبط بكثير من خواص الأرض الطبيعية، وكذا على خواصها الكيميائية فنجد مثلاً أن الأرض القلوية والتي يسودها كاتيون الصوديوم تتميز آفاقها التحت سطحية ببنائها العمداني أوالمنشوري Columner or prismatic، وكذا يعكس البناء في كثير من الأحيان نوعية وطبيعة الرسوبيات فتتميز أغلب الترسيبات النهرية الثقيلة القوام والبحيرية ببنائها الطبقي platy وهكذا تعكس دراسة بناء الأرض كثيراً من خواصها الهامة. وتختلف دراسة البناء عن كثير من الصفات الأخرى في كونها لا تعطي قيماً عددية مثل القوام، ويصعب دراستها معملياً إلا باحتياطات معينة للمحفظة على وضعها الطبيعي أي بعد إثارتها وإلا فقدت شكلها، فهي تعبر عن سلوك أو شكل معين يجب أن يميز ويدرس في مكانه الطبيعي وهو القطاع الأرضي. لهذا ورغم أنها من الخواص الطبيعية الهامة إلا أن أفضل وسيلة لدراستها هي الدراسة المورفولوجية عندما تكون الطبقات والآفاق جافة بدرجة تسمح بحدوث التشققات ومعرفة اتجاهاتها, وبالتالي تعطي الاسم المناسب والمتفق عليه بين دراسة الأراضي.

## 4- التكوينات الجديدة: New formation

وقد يعبر عنها بالتكوينات الثانوية Secondary formations وهي التكوينات التي تحدث في القطاع نتيجة للعمليات البيدوجينية أو ما يعرف بعمليات تكوين الأراضي وهي تعبير عما استجد في هيكل الأرض من تجمعات أو تغيرات نتيجة لعملية النقل والترسيب والتخليق التي صاحبت عملية تمييز الآفاق، هذه التكوينات تختلف في تركيبها الكيميائي وفي أشكالها وأحجامها وألوانها، وهي عموماً تشمل الأملاح السهلة الذوبان ككلوريدات وكبريتات القواعد الأرضية والأملاح القليلة الذوبان كالجبس، والأملاح الغير ذائبة تقريباً ككربونات الكالسيوم والمغنسيوم، وأيدروكسيدات الحديد والألومونيوم، وأكاسيد المنجنيز والسليكا، والمواد الدبالية.....إلخ. هذه المواد تتكون في القطاع نتيجة لعمليات تكوين الأراضي السائدة أو الطارئة، وتعتبر التكوينات الجديدة من أدق الأدلة المورفولوجية التي تعكس ظروف تكوين أرضي ما وما صحبها من تطور في

مراحل تكوينها المختلفة، كما أنها إذا وجدت تعتبر من أدق وسائل أو ملامح التمييز بين آفاق القطاع المختلفة حيث تجب كل ما سبقها من صفات أو ملامح وان كانت تتجمع في وقت واحد أحياناً حيث يكون لها لوناً مميزاً، وقد يكون لها قواماً مميزاً، وبالتالي يكون التمييز واضحاً ودقيقاً.

ولكل مكون من المكونات السابقة صوره وأشكاله المورفولوجية الخاصة والتي يمكن التعرف عليها في الحقل بسهولة فقد توجد علي شكل أغشية Films أو قشور Crusts كالأملاح الذائبة، أو توجد على شكل عروق Veins كالجبس أو تجمعات بأحجام وأشكال مختلفة كتجمعات كربونات الكالسيوم Lime concretions أو تجمعات الحديد Iron concretions وقد تظهر على هيئة ألسنة Tongues هابطة كما في المواد الدبالية.

وقد لا تظهر هذه التكوينات بصورة مميزة، وإنما تكون متداخلة بين حبيبات الأرض لقلتها فتعمل كمواد لاحمة للحبيبات فتعطيها صلابة أو تماسكا، ويمكن الاستدلال على وجودها باستخدام سكينة خاصة بدراسة الأرض أو مطواة فنجد أن الآفاق التي تحتوي عليها تبدي نوعاً من المقاومة يختلف عن تلك الآفاق التي لا توجد بها هذه المواد، وكثيراً ما تستخدم هذه الوسيلة للتمييز بين آفاق القطاع وخصوصاً في الأراضي التي تحتوي على نسبة مرتفعة من كربونات الكالسيوم التي تسمى بالأراضي الجافة كمعظم أراضي الصحراء الغربية، وأحياناً تستخدم لتمييز آفاق الأراضي الطبيعية التي يصعب تمييز الألوان بها، حيث تبدي الآفاق التي يحدث بها الترسيب لحبيبات الطين نوعاً من المقاومة قد لا يظهر بالعين المجردة ويعبر عن هذه الخاصية في كثير من الأحيان بخاصية Compactness.

هذه الخواص السابقة هي من أفضل وسائل تمييز آفاق القطاع، نظراً لسهولة ملاحظتها ودراستها باستخدام الوسائل الحسية، وكذا لأهميتها وارتباطها بمعظم خواص الأرض الأخرى، حيث إنها تبدي معلومات يمكن أن تعطي صورة شبه متكاملة عن ظروف وطريقة تكوين هذه الأرض، ويلاحظ أن استخدام واحدة

أو أكثر من هذه الخواص يتوقف على مدى وضوح الاختلافات بينها في الآفــاق، وهنا يكون التمييز أوضح وأدق ما يكون، وقد تستخدم خاصية واحدة أو خاصيتين حسب درجة وضوحهما، وقد لا يظهر أي من هذه الخواص وبالتالي نلجأ لخاصية التماسك أو خاصية التشكيل Consistency وهي تعبر عن مقاومة الأرض لقــوى التشكيل الواقعة عليها وستدرس معملياً. وقد نلجأ في بعــض الأحيــان لاســتخدام خواص أخرى كالمسامية Porosity ، أو خاصية توزيع الجــذور أو أي خاصــية يلجأ إليها الدارس وكل هذه الخواص الأخيرة تعتبر دلائل تمييــز ضــعيفة. وفــي النهاية أن لم توجد أي خاصية يمكن بها تمييز الآفاق فبالطبع لا تكــون هنــاك أي آفاق مميزة، وهذا دليل على أن عملية تكوين أو تطوير القطاع مازالت في بدايتها، أي أن الأرض ما زالت حديثة Recent soil إذا كانت تقع في ظروف مناخية أو بيئية تسمح بتطوير القطاع أي تمييزه إلى آفاق، أو يمكن أن تكون أرض ناضــجة أو قريبة للنضوج تحت ظروف مناخية جافة بحيث تكون الأرض متوازيــة مــع ظروفها البيئية التي لا تسمح بتطور القطاع لأكثر من ذلك لعدم توافر عامل النقــل والترسيب من أفق لآخر. وهو الماء كما هو الحال في كثير من الأراضي الجافــة. وتتضافر الخواص السابق ذكرها في تأثيرها على نفاذية الماء في القطاع الأرضي.

## أسئلة على الوحدة التعليمية الخامسة

**السؤال الأول:** وضح مفهوم الـــ Soil pedon وأهميته؟

**السؤال الثاني:** كيف يمكن تحديد عمق القطاع الأرضي؟

**السؤال الثالث:** تكلم عن تسمية آفاق التربة المختلفة؟

**السؤال الرابع:** كيف يمكنك أن تستفيد من دراسة لـــون الأرض للتعـــرف علـــى خواصها؟

**السؤال الخامس:** اشرح أهمية القوام من الوجهة البيدولوجية والايدافولوجية مبينـــاً كيفية تقديره؟

**السؤال السادس:** للبناء الأرضي أهمية كبيرة. وضحها من وجهة نظرك مبيناً أهـــم الأشكال المعروفة للبناء الأرضي؟

**السؤال السابع:** تكلم عن التكوينات الجديدة وعلاقتها بظروف تكوين التربة؟

## الوحدة التعليمية السادسة

## أراضي جمهورية مصر العربية

**الأهـــــداف:**

**بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون الدارس قادرا علي أن:**

1. يتعرف على الأقسام الرئيسية للأراضي المصرية.
2. يناقش دور المناخ في تعدد وتنوع الأراضي المصرية.
3. يستنتج العلاقة بين طبوغرافيا ومستوى الماء الأرضي وملوحة التربة.
4. يشرح دور الأحياء الدقيقة في تكوين الأراضــي المصــرية وعلاقــة ذلــك بإضافة المادة العضوية.
5. يقارن بين تأثير عامل الزمن على الأراضي المصرية المختلفة.
6. يتفهم دور مادة الأصل المؤثر على أراضينا المصرية.

**العناصـــر:**

1- دور المناخ في تكوين الأراضي المصرية.
2- طبوغرافية الأرض وعلاقتها بتكوين الأراضي المصرية.
3- أحياء التربة.
4- الزمن.
5- مادة الأصل هي العامل المؤثر الأول على الأراضي المصرية.

## الوحدة التعليمية السادسة
## أراضي جمهورية مصر العربية

تنقسم أراضي جمهورية مصر الى قسمين رئيسين هما الأراضي المنقولة وتشتمل على الأراضي النهرية الرسوبية وما يتداخل معها في شمال وشرق وغرب الوادي والدلتا ثم المحلية وهي التي توجد خارج الوادي والدلتا – ثم ان مصر تقع ضمن نطاق المنطقة الجافة والشبة جافة كجزء من الصحراء الكبرى.

وحيث اننا سبق ان درسنا عوامل تكوين الأراضي الخمس وهي المناخ, الطبوغرافية والأحياء , الزمن, مادة الأصل فاننا سوف نحاول مناقشة هذة العوامل وأثرها في تكوين الأراضي المصرية.

1- **المناخ :** حسب معامل المطر (لانج) تقع الأراضي المصرية ضمن المناطق الصحراوية وحسب معامل نقص التشبع ( ماير ) تقع اراضي مصر ضمن الأراضي الملحية .

**وتقسم مصر الى المناطق المناخية الست الأتية :**

1- ساحل البحر الأبيض.
2- الدلتا.
3- مصر الوسطى.
4 - مصر العليا.
5- سيناء .
6- الواحات.

ويتبين أن المتوسطات المناخية لهذة الست مناطق تتشابة جميعها الى حد ما مما يدل على ان مناخاها متشابة الى حد كبير وذلك ما عدا المنطقة الساحلية للبحر المتوسط التي يبلغ فيها متوسط كمية الأمطار الساقطة حوالي 170مم/السنة . ولكن من المهم هنا أن نلاحظ ان ارض وادي النيل والدلتا تروى ريا صناعيا ولا تعتمد عل الأمطار . ولذلك فهي عن هذا الطريق تصل اليها كمية من الماء تقدر بحوالي 1000 الى 1200مم/السنة . هذا الكلا

السابق يوصلنا الى طريقة اخرى لتقسيم الأراضي المصرية وذلك على اساس مناخ التربة حيث تقسم الأراضي في مصر في هذة الحالة الـــى مجمـــوعتين اساسيتين هما :

1- وادي النيل والدلتا ( وهي التي تروى ريا صناعيا).
2- المناطق الصحراوية (وهي التي تروى على مياة الأمطار التي تتوقــف كميتها على قرب هذة المناطق أو بعدها عن الســاحل أي بالاتجــاة الــى الجنوب) فمثلا تتدرج من الساحل الشمالي حتــى القــاهرة مــن 180-25مم/السنة.

ويلاحظ هنا انة بالاضافة الى أراضي الوادى والــدلتا هنــاك الأراضــي الزراعية في الواحات والتي تعتمد ايضا عل الري الصناعي. ومصدر مياة الري في هذة الحالة هو الأبار أي الماء الجوفي البعيد. وهــذة الأراضــي المنزرعة في الواحات تصل فيها كمية الماء المضافة عن طريق الري الى نفس الكمية المضافة في أراضي الوادي والدلتا أي حوالي 1200مم/السنة ز وهذا يتسبب في حدوث فروق كبيرة جدا بين الأراضــي الصــحراوية الواقعة تحت المناخ الصحراوي الطبيعي. هذة الفروق تتوقف على :

1- نوع وكمية الأملاح الموجودة في ماء الري وتأثيرها على مادة الأصل .
2- بعد أو قرب مستوى الماء الأرضي عن السطح وأثر هذا المستوى علــى مادة الأصل للأرض .

مما سبق يمكن القول بأن المناخ في مصر ليس لة أي تأثير يــذكر على الأراضي المصرية بل المؤثر هو مناخ التربة (ويعني ذلك حرارة التربة وكمية الهواء بها والرطوبة الأرضية ...الخ ) ويختلف مناخ التربة كثيرا من تربة الى أخرى. ويكون هذا الإختلاف على مدى كبير بين التربــة المرويــة صناعيا والتربة الموجودة تحت المناخ الصحراوي الطبيعي الشديد الجفاف.

3- **طبوغرافية الأرض :**

يعتبر هذا العامل هام في تكوين الأراضي بالنسبة لأراضي الوادي والدلتا وترجع هذة الأهمية الى تأثيرة المباشر على قرب أو بعد مستوى الماء الأرضي من سطح التربة في القطاع الأرضي وهذا العامل الأخيرهو العامل المحدد لعمق القطاع الأرضي حيث أن مستوى الماء الأرضي يعتبر قاع هذا القطاع فكلما قرب مستوى الماء الأرضي من السطح كلما قل عمق القطاع وتدهورت حالة التربة. ويمكن توضيح ذلك بطريقة أخرى هي أنه بما أن مستوى الماء الأرضي (وهو ثابت بوجة عام) يعتبر قاع القطاع الأرضي فان عمق هذا القطاع يتوقف على طبوغرافية السطح.

وعموما توجد في وادي الدلتا احدى الحالتين الآتيتين:

1- اما ان يكون سطح الأرض مرتفعا وبذلك يكون مستوى الماء الأرضي بعيدا عن السطح وبذلك يكون التأثير على التربة معدوما تقريبا.

2- يكون سطح الأرض منخفض وبذلك يقرب مستوى الماء الأرضي منه. وفي هذه الحالة يؤدي تأثير الماء الأرضي على الأرض الى تكوين اختلافات كيماوية وطبيعية عديدة كما في أراضي شمال الدلتا.

في الحالة الأولى نجد أن كل عوامل تكوين الأراضي في الوادي والدلتا تصبح متشابهة فيما عدا مادة الأصل (ذلك لتشابة الزمن والمناخ والطبوغرافية والأحياء الأرضية). أما في الحالة الثانية فإن خواص الأرض تتغير كثيرا مما يعقد طرق دراستها. وأهم العوامل التي تؤثر على مدى تغير وتبدل خواص التربة هي :

1- مدى تأثير الأملاح الذائبة في الماء الأرضي على مادة اصل التربة.

2- نوع وكمية الأملاح الموجودة في الماء الأرضي. وهذا العامل يختلف في مصر عما اذا كان ماء الأرض متصلا بماء البحر كما هو الحال في

أراضي السواحل الشمالية أو اذا كانت الملوحة الموجودة به ناتجة من تراكم الأملاح الذائبة في مياة الري المستمدة من النيل.

3- **أحياء التربة:**

من المعروف أن الأراضي المصرية كلها تقع في المنطقة الصحراوية والنصف صحراوية ومن المعروف أيضا أن النباتات الطبيعية لهذه المناطق عبارة عن بعض الأعشاب، والحشائش والشجيرات الصحراوية القليلة التي تستطيع الحياة في وجود كمية قليلة جدا من الماء. وغير هذه النباتات لاتوجد أي أنواع أخري من الحياة النباتية، ويعتبر هذا العامل من عوامل تكوين الأراضي قليلة الأهمية في تكوين الأراضي المصرية ولكن لايعني هذا أن تأثيره منعدم تماما بل انه في السنوات الأخيرة قد ظهرت أهميته في منطقة مريوط حيث أن اختفاء الغطاء النباتي للمنطقة نتيجة الرعي أدي إلي تعرض السطح إلي عوامل السحل والإنجراف مما أدي إلي اختفاء التربة السطحية للزراعة اختفاء جزئيا وكليا وظهور الصخور الأصلية تحتها في بعض المناطق.

أما في الوادي والدلتا فإن الحياة النباتية تتوقف علي دورات زراعية مرتبة أساسها محصول القطن كمحصول رئيسي يتبادل في الدورة مع القمح والذرة والبرسيم والفول.

4- **الزمن :**

1. **الدلتا والوادي :** تكونت تربة وادي النيل والدلتا نتيجة للترسيب السنوي المستمر للمواد المعلقة في ماء النيل أثناء الفيضان. وقد بدأت عملية الترسيب هذه منذ حوالي 10 ألاف سنة حسب تقدير جون بول وهي مازالت مستمرة إلي اليوم ومعني ذلك أن التربة السطحية للوادي والدلتا مازالت في تكوين بترسيب كميات جديدة من مادة الأصل (معلق النيل) وقد انقطع هذا الترسيب بعد السد العالي.

وقد تمكن جول بول من تقدير كمية المعلق التي تضاف إلى سطح الأرض كل سنة وهي تصل إلي حوالي 0.9 مم / سنة. وهذا الترسيب المستمر يصعب إلي حد كبير عملية تقدير عامل الزمن (t) في معادلة تكوين الأراضي السابقة. حيث ان t = صفر للطبقة السطحية الرقيقة جداً من التربة، بينما t = 550 سنة للطبقة الرقيقة جدا الموجوده علي عمق 50 سم من السطح أي يزيد عمر الطبقات بزيادة العمق. أي ان القطاع مقلوب. وهذا الكلام ينطبق فقط علي الأراضي الموجودة تحت الظروف الطبيعية الأصلية للوادي وقبل إدخال أي نظام ري صناعي في مصر .ثم بإدخال نظام الري الصناعي في أراضي الوادي والدلتا فإن مناخ التربة تغير تغييرا تاما عما كان عليه من قبل في الحالة الطبيعية كان مصدر الرطوبة بالتربة ماء الفيضان الذي يفيض علي جانبي المجري ويغمر سطح التربة لمدة ثلاث أشهر هي أشهر الفيضان (أغسطس , سبتمبر وأكتوبر) وبانتهاء الفيضان تتصرف هذه المياه مرة أخري إلي مجري النهر وتظل الأرض بدون ري إلي ميعاد الفيضان التالي. أي أن مناخ التربة كان عبارة عن تشبيع شديد موسمس للأرض يستمر لمدة قصيرة يليه جفاف تام لمدة طويلة (من نوفمبر إلي يوليو) هذا النظام في الري الطبيعي إلي جانب احتواء ماء النيل علي نسبة معينة من الأملاح الذائبة كان يمنع ظهور أي تغير في القطاع الأرضي.

أما بعد ادخال نظام الري الصناعي في مصر فإن حالة ترسيب مادة الأصل (معلق النيل) انخفضت إلي حد كبير وفي نفس الوقت فإن مناخ التربة تغير من الحالة السابق ذكرها إلي رطوبة مستمرة. ويرجع ذلك إلي أن الأرض أصبحت تستقبل من 1000 – 1200 مم /السنة من ماء الري. موزعة علي 10-15 رية في السنة ,هذه الظروف الجديدة كانت ذات تأثير علي تطور القطاع الأرضي عن الظروف الأصلية الطبيعية. ويعتبرعمر هذا

التطور في القطاع حوالي 180 سنة علي الأكثر (هو تاريخ إدخال الري الصناعي في مصر).

ومنطقة القناطر هي التي تحتوي عل اقدم قطاع متطور في مصر حيث انها أول منطقة أدخل فيها الري الصناعي . ويلاحظ أنه في مصر توجد قطاعات عمر تطورها أقل من 180 سنة كثيرا حيث أن الري الصناعي أدخل في مصر تدريجيا وبذلك فإنه يوجد في مصر قطاعات أرضية عمر تطورها حوالي 180 سنة وأخري عمر تطورها أقل من 10 سنوات.

**(ب)- الاراضي الصحراوية وسيناء:**

عند دراسة عامل الزمن بالنسبة للصحاري المصرية وشبه جزيرة سيناء نجد انهاتختلف تماما عن الحالة الموجودة في الوادي والدلتا حيث أنها من تكوينات مختلفة لعصور جيولوجية متعددة وبذلك فغن عامل الزمن (t) لايساوي صفرا ولاقرنا من الزمن بل يزيد عن ذلك كثيرا جدا.

ومن ذلك نري أن أراضي الجمهورية حديثة السن نسبيا ثم أن عناصر المناخ فيها لاتتغير تغيرا يذكر في الأنحاء المختلفة من الوادي والدلتا كما وأن طبوغرافية الأرض ليس لها دور أساسي كذلك عاملي العمر والأحياء ليس لهما أثر يذكر في تكوين أرض مصر. **لذلك فإن مادة الأصل تعتبر العامل الأول المؤثر علي أراضينا المصرية.**

**(هـ) مادة الأصل:**

تعرف مادة الأصل كما سبق بأنها الأرض عند زمن الصفر، وعلي حسب صفات مادة الأصل تتأثر صفات الأرض المتكونة عنها خصوصا في المناطق الجافة وشبه الجافة لقلة الماء وضعف عوامل التجوية بفعل الماء.

ويلاحظ أن زمن تكوين الأرض ليس دائما متفقا مع العمر الجيولوجي للأرض وبذلك فإن أي صخر أو معدن عند نقله من بيئته الأصلية إلي بيئة أخري مختلفة تبدأ عوامل تكوين الأراضي المختلفة في التأثير عليها فإنها

تتحول مباشرة من مادة أصل وتصبح أرض علـــي ذلـــك يمكـــن القـــول أن الرواسب النهرية بمجرد رسوبها تصبح أرض وبالتالي فإن طمي النيل هـــو مادة أصل أراضي مصر النهرية الرسوبية.

## مادة أصل أراضي جمهورية مصر العربية

### أولا- الأراضي النهرية الرسوبية Alluvial Soils

تعتبر الرواسب النهرية أهم الرواسب جميعهـــا الموجـــودة فـــي الوادي والدلتا ولدراستها يتحتم علينا دراسة العوامل المختلفة التي تـــؤثر عليها وأهم هذه العوامل بصفة عامه هي:-

1- التكوين المنرالوجي والكيماوي والطبيعي لمادة الأصل والمصدر الأصلي لها

2- طريقة ترسيب المواد المعلقة في ماء النيل.

#### 1. التكوين المنيرالوجي والكيماوي والطبيعي لمادة الأصل والمصدر الأصلي لها:

مادة الأصل للأراضي الرسوبية النهرية في الوادي والدلتا هي عبارة عن الفتات المحمولة في مياه النيل والمسمي بطمي النيل. هذا الفتات نتج عن عمليات التجوية الطبيعية والكيميائية الحادثة علي صـــخور هضـــبة الحبشـــة البازلتية والجرانيتية، ويلاحظ أن صخور الحبشة لا تعتبرمادة أصل لأراضينا, حيث لاينطبق عليها التعريف القائل "مادة الأصل هـــي الأرض عنـــد زمـــن الصفر." في حين أن هذا التعريف ينطبق تماما في نفس الوقت علـــي معلـــق النيل نفسه، (والتركيب المنرالوجي سيتم دراسته للأراضي الرسوبية النهريـــة من خلال مقرر معادن الأراضي).

### 2. طريقة ترسيب المواد المعلقة في ماء النيل:

في الأزمنة القديمة لم يكن هناك أي تحكم في طريقة تحرك المياه في مجري النيل ولذلك فإنه في أثناء الفيضان كانت هذه المياه تفيض علي جـــانبي المجري وتغطي أراضي الدلتا والوادي مرسبة ما تحمله من معلق علي سطح الأرض حسب قوانين الترسيب المعروفة وحسب كميات المعلـــق فـــي ميـــاه الفيضان.

وحسب قوانين الترسيب يتوقف نظام الترسيب علي ثلاث متغيـــرات [illegible] عة تيار الماء وحجم الحبيبات العالقة وكثافة الحبيبات المعلقة. هـــذه العوامل الثلاث تؤثر علي قوام التربة الناتجة بعد الترسيب حيث أنه يترســـب مجموعة معينة بكثرة في مكان واحد فإن قوام الأرض ســـوف يتـــأثر بحجـــم الحبيبات في هذه المجموعة. ولكن يلاحظ هنا أن كل الأراضي النهرية تحتوي علي كل الأحجام المختلفة من الحبيبات وإن كانت قد تتغلب مجموعة معينـــة الحجم في مكان ما وتسود سيادة نسبية عن الأخري.

والنظام الطبيعي لتغير قوام الأرض يكون كالآتي (إذا لم تؤثر عليـــه بعض العوامل المحلية).

أ- حزام من حبيبات خشنة ومعها أقل كمية من الحبيبات الدقيقة بجانب مجري النهر ويكون عرضه من 1 إلي 2 كم فقط0

ب- بالإتجاه بعيداً عن مجري النهر تنخفض نسبة الحبيبات الخشـــنة وترتفع نسبة الحبيبات الدقيقة وذلك مع انحدار الأرض الطبيعي وبعدها عن مجري النهر.

عند نهاية المنحدر الطبيعي لجانب النهر تغلب الحبيبـــات الدقيقـــة الناعمة وقد يكون نهاية المنحدر الطبيعي عبارة عن مجري صرف طبيعي أو الصحراء أو إحدي البحيرات الراكدة. فإذا كانت النهاية هي مصرف فإن فعل المياه الجارية إلي المصرف يؤدي إلي حمل الحبيبات الدقيقـــة مـــرة اخـــري

وبذلك تقل نسبتها , مما يرفع نسبة الحبيبات الخشنة مرة أخري أما إذا كانت نهاية المنحدر الطبيعي هي بحيرة راكدة فإن نسبة الحبيبات الدقيقة ترتفع بشكل ملحوظ نتيجة لتجمعها وتكوين حبيبات مركبة ثقيلة الوزن بتأثير الفعل الإلكتروليتي لأملاح البحيرة. وبذلك ترسب الحبيبات المركبة نتيجة ثقلها مما يزيد نسبتها بشكل كبير جدا ويلاحظ هنا نقطة هامة في تكوين الدلتا حيث نجد انه في الناحية الشرقية منه تبدأ الرواسب النهرية في النقصان عمقا حتي أنها في بعض المناطق لاتستطيع تغطية الرواسب النهرية القديمة والتي رسبت في عصور جيولوجية سابقة. هذه الرواسب النهرية القديمة تسمي الآن باسم الرواسب تحت الدلتاوية وتوجد في شكل تلال مرتفعة تبرز من وسط الرواسب النهرية الحديثة في بعض المناطق الشرقية وكذلك الدقهلية والقليوبية وكذلك في بعض المساحات الصغيرة في المنوفية.' هذه الرواسب القديمة هي رواسب رملية وفي بعض المناطق ينتهي المنحدر الطبيعي لجانب النهر بأحد هذه التلال. وفي هذه الحالة يكون التوزيع الحجمي للحبيبات في منطقة التداخل بين الرواسب النهرية الجديدة والتلال القديمة متوقفة علي طبيعة الرواسب القديمة ويعتبر نظام توزيع الحبيبات في الوادي مماثلا تماما للتوزيع في الدلتا والفرق الأساسي بينهما هو أن المنحدر الطبيعي للسهل علي الجانب الغربي ينتهي بحزام الرمال السافية المحمولة من الصحراء الغربية بينما المنحدر الشرقي ينتهي بسلسلة الأراضي السفحية المتكونة بفعل الجاذبية من فتات تلال الحجر الجيري. ويلاحظ هنا انه توجد منطقة تداخل بين الأراضي النهرية والأراضي السافية الرملية من الناحية الغربية من الوادي بينما توجد منطقة تداخل اخري بين الأراضي النهرية والأراضي السفحية الجيرية الموجودة في الناحية الشرقية .

جـ- إلي جانب التوزيع العرضي المميز للحبيبات يوجد أيضا توزيع طولي لها هو نتيجة الإنحدار الطبيعي للأرض من الجنوب إلي الشمال .ونجد أن

هذا الإنحدار يكون حوالي 7000:1 في الجزء الجنوبي من مصر بينما يقل كثيرا حتي يصل إلي 11000:1 في الدلتا.

**ثانيا- الأراضي الرملية السافية: Wind Borne Sandy Soils**

توجد هذه الأراضي مكونة لشريط متآخم لحدود الوادي والدلتا ويفصل بينهما وبين الصحراء الغربية وقد تكونت هذه الأرض بترسيب الحبيبات الأرضية المحمولة مع الرياح الغربية والرياح الجنوبية الغربية التي تهب علي التلال الرملية لصحراء ليبيا. وعندما تصل هذه الرياح إلي منخفض الوادي والدلتا وهو يتقاطع مع اتجاهها تحدث دوامات هوائية وتنخفض سرعة الرياح فترسب الحبيبات الثقيلة أولا مكونة شريطاً من الأرض الرملية الخشنة علي الناحية الغربية ومن ثم ترسب الحبيبات الأنعم قواماً مكونة شريطاً أخر بين الأول وبين الأراضي الرسوبية.وتتميز هذه الأراضي بالقوام الخشن وتقدر منطقة التداخل بين الأراضي النهرية والسافية بحوالي 3كم عند منطقة الجيزة.

**ثالثا- الأراضي السفحية:Colluvial Soils**

الوادي في الناحية الشرقية يكون ضيقا جدا وينتهي بسرعة بالتلال الشرقية المكونة للهضبة الشرقية والتي تكونت أساسا في الحقب الأيوسيني. وهذه التلال الجيرية تتعرض بسهولة إلي عوامل التجوية والتعرية معطية نوعا من الأراضي يسمي بأراضي السفوح والأرض السفحية تتكون من الفتات الخشنة الناتجة من التعرية والتي تسقط من أعلي التلال علي امتداد المنحدرات بفعل الجاذبية الأرضية. والأرض السفحية أراضي غير مهمة من الناحية الزراعية وذلك فيما عدا جزء منها الذي يتداخل مع الأراضي النهرية والذي يسمي بمنطقة التداخل.

ويلاحظ هنا أن الأرض السفحية المتكونة في المناطق الحارة الجافة تكون ذات قوام خشن تغلب فيه الأحجار والحصي والرمل الخشن ويرجع ذلك إلي أنها تتكون نتيجة التعرية الفيزيائية فقط.ويلاحظ أيضا أن حركة الزحف

للمواد الخشنة هذه تكون في اتجاه المنحدر الطبيعي للتل وهي تزداد كثيرا في حالة إجراء العمليات الزراعية المختلفة فيها.

**رابعا- الأراضي تحت الدلتاوية: Subdeltic Sandy Soils**

تنحصر خطوات نمو دلتا النيل باختصار فيما يلي :-

1- في بداية البلايستوسين كان مستوي سطح البحر فوق مستواه الحالي بحوالي 100 م حيث كانت رواسب الدلتا مغمورة بالمياه .

2- ثم هبط مستوي البحر في البلايستوسين فانحصرت مياهه عن رواسب الدلتا وبذلك تقدمت حافة الدلتا مكان القاهرة الحالية بحوالي 90 كم.

3- ارتفع سطح البحر في العصر الحجري القديم الأوسط عن مستواه الحالي ثانية بحوالي 16م وبذلك تقهقرت حافة الدلتا حيث أصبح شمالي مكان القاهرة الحالي بحوالي 82 كم.

4- في أواخر العصر الحجري القديم الأعلي أي منذ حوالي أكثر من 10000 سنة انخفض منسوب البحر وأصبح أقل من منسوبه الحالي بحوالي 43 م وبذلك اكتمل نمو الدلتا بشكلها الحالي وكانت حافتها تمتد بحوالي 11 كم شمالا عما هو عليه الأن .

5- في الفترة الإنتقالية من العصر الحجري القديم إلي الحديث ارتفع منسوب البحر أعلي من مستواه الحالي بحوالي 8 م فتقهقرت حافة الدلتا جنوبا بحيث صارت أبعد شمالا مما هو عليه الآن بحوالي 3 كم.

6- وفي الستة ألاف سنة الأخيرة تقهقرت حافة الدلتا صوب الجنوب إلي 3 كم التي كانت تزيدها عما كانت عليه الأن أي بمعدل نصف متر في السنة.هذه الرواسب القديمة التي كونت قواعد الدلتا عبارة عن رواسب البلايستوسين التي نحرها النهر أثناء تكوينه لمدرجات في الوادي وهي عبارة عن كميات هائلة من الرمل والحصي من أصل ناري كان يلقي بها النهر في البحر. انتشرت علي هيئة دلتا كبيرة. وسطح هذه الرواسب

تعرض لعمليات نحر بواسطة فروع النهر القديمة أثناء شقها لمجاريها فوقها وذلك عندما انخفض سطح البحر في العصر الحجري القديم الأعلي.

رواسب الرمل والحصي التي رسبت في مياه البحر عند أول تكوين الدلتا تكاد تختفي الآن تحت تكوينات الطمي الحديث وذلك في معظم أرجاء الدلتا ولذلك عرفت بالرواسب التحت دلتاوية Sub-Deltic علي انها قد تظهر فوق سطح الأرض في مناطق متفرقة شرق الدلتا وخاصة فيما بين خطي عرض30°, 31°, 31° شمالا , 32 ° شرقا طولا وذلك لأن الرواسب النهرية الحديثة تاخذ في نقصان سمكها كلما اتجهنا شرقا في الدلتا وتبدو علي هيئة تلال مستديرة الشكل واطئة وتسمي أحيانا بظهور السلاحف.

وهي أشبه بجزر من الرمل والحصي وسط محيط هائل من الطمي الدقيق المتماسك وقد تكونت هذه الجزر الحصوية والتي ماهي في الواقع إلا تلك التكوينات الشديدة الصلابة من رواسب تحت الدلتا الأنفة الذكر .وكان اول تكوينها حينما كان منسوب البحر أعلي مما هو الأن بحوالي 16 م في العصر الحجري القديم الأوسط وحينما كان حافة الدلتا شمال موقع مدينة القاهرة الحالي بحوالي 82 كم أي منذ أكثر من 10000 سنة.

**خامسا- الأراضي البحرية النهرية Marino- Alluvial Soils**

هذا النوع من الأراضي يوجد في الأجزاء الشمالية من الدلتا وهي تكون جوانب وقيعان البحيرات الملحية الشمالية (المنزلة ,إدكو ,البرلس, مريوط) وعاملي تكوين هذه المجموعة من الأراضي هما البحر ونهر النيل معا. وعملية التكوين تحدث علي خطوتين تحمل المواد المعلقة في مياه النيل إلي مصبه في البحر الأبيض المتوسط حيث ترسب قرب فتحة النهر ويكون الرسوب بنظام معين يتلخص في ان الحبيبات الخشنة الثقيلة الحجم ترسب قرب الشاطئ بينما ترسب الحبيبات الناعمة بعيدا عنه. هذه المواد ترسب في القاع مكونة طبقات مميزة.

هذا التكوين الطبقي قد يحدث بعد مرور عدة سنوات من وصول الحبيبات إلي مياه البحر حيث قد تتعرض لفعل حركة الأمواج لمدة طويلة ويلاحظ هنا أن أثناء الترسيب للحبيبات تختلط معها وتترسب معها بعض الرمال الناعمة والخشنة والقواقع والنباتات البحرية الميتة. وباستمرار عملية الترسيب هذه يرتفع سطح قاع البحر تدريجيا إلي أن يصل إلي السطح ويظهر فوق المياه. ولذلك فإنه بالرغم من أن التربة تكون من أصل رسوبي نهري إلا أنها تتميز إلي جانب ذلك بمميزات الأراضي البحرية مثل وجود القواقع والنباتات البحرية في القطاع الأرضي مع الحبيبات الخشنة التي يلقيها البحر.

**سادساً: أراضي طمي البحر: Coastal Drifts**

هذه الأراضي تكون شريط شاطئ البحر الأبيض المتوسط. وكانت تعتبر فيما مضي أراضي بحرية Marine Soils ولكن أخيراً اتضح خطأ هذه التسمية وغيرت بواسطة (زين العابدين) إلى اسمها الحاضر. ويرجع هذا التغير ألى أن أراضي شاطئ الدلتا تختلف تماماً في تكوينها عن الأراضي المعروفة باسم الأراضي البحرية. وتعتبر عوامل تكوين أراضي طرح البحر هذه عاملين:0البحر والرياح أما النهر فهو لا يتدخل في عملية التكوين بأي شكل من الأشكال.

**وعملية تكوين أراضي هذه المجموعة تتلخص في الخطوات التالية:**

3- تحمل أمواج البحر الفتات الناتجة من تفتت صخور قاع البحر وشواطئه ثم ترمى بها إلى الشاطئ أثناء العواصف الشديدة. وترسب هذا الفتات بعد انتهاء العواصف على الشاطئ مكونة تلالا رملية منخفضة تجرى في خطوط موازية للساحل.

4- يبدأ فعل الرياح في الخطوة الثانية من تكوين هذه الأراضي فهي تدفع هذه التلال الرملية جنوباً. ويلاحظ هنا أنه إذا أعترض عارض خط سير هذه

التلال المتحركة فإنها تتراكم حوله وفوقه مكونة تلالاً عالية. وقد يكـــون هذا العارض حجراً كبيراً أونبات عشبي أوحتى شجرة صغيرة. ويلاحـــظ هنا أن التلال العالية الموجودة على امتداد الشاطئ الشمالي للدلتا تكـــون تلال ثابتة وفي كل الأحيان تقريباً تتكون من تراكم الرمال حـــول نـــواة معينة.

هذه المجموعة من الأراضي لها أيضاً بعض المميزات الخاصة بهـــا فالتركيب الميكانيكي لها هو غالباً من حبيبات الرمل الخشن والناعم المخـــتلط ببقايا البحر المختلفة. أما التركيب الكيماوي فيختلف من مكان إلى آخر علـــى الشاطئ حسب التكوين الكيماوي لصخور قاع البحرفي هذه المنطقـــة فمـــثلاً منطقة الشاطئ حول برج العرب تتكون من رمال بيضاء ذات نسب مرتفعـــة جداً من كربونات الكالسيوم بينما منطقة الشاطئ في البوصيلي قرب خُليج أبو قير فهي رمال تركيبها الكيماوي هو 100٪ $SiO_2$ تقريباً.

**سابعاً: الأراضي البحرية: Lacustrine soils**

منخفض الفيوم يتكون من شرفات نهرية متدرجة تنتهي فـــي قـــاع المنخفض ببحيرة قارون الملحية. والفيوم في الأصل عبارة عن منخفض فـــي الهضبة الجيرية للصحراء الليبية أماالشرفات فهي رسوبية أصلها من ترســـيب المواد المعلقة في مياه النيل، وهذه الأراضي ذات تكوين بحيري مميز.

وتتميزأراضي الفيوم بأن الشرفات المرتفعة هي ذات قوام خشن من تلك الموجودة في أسفل المنخفض وهي كذلك ذات مستوى ماء أرضي بعيـــد ويقرب هذا المستوى من السطح كلما نزلنا إلى الشرفات المنخفضة القريبة من البحيرة.

ويلاحظ أن أراضي الفيوم المنخفضة أراضي ملحية لها كل مشاكل الأراضي الملحية. وكنتيجة لهذا التكوين فانه يوجـــد فيهـــا نظـــام السلاســـل الأرضية. S. Catina.

**الخريطة البيدولوجية لمصر:**

توجد عدة محاولات لتقسيم الأراضي المصرية بيدولوجيا نذكر منها على سبيل المثال:

**أولاً: تبعاً لنظام الفاو واليونوسكو:**

تم تقسيم الأراضي المصرية بيدولوجيا وفقاً لنظام الفاو واليونوسكو إلى 18 وحدة خريطية (Mapping unit)، وقد تم التوصل إلى ما يلي:

1- غطت الأراضي الصخرية (Lithosols) حوالي 17% من المساحة الكلية.

2- غطت الأراضي الصحراويه المتصلبة الرملية والجيرية والطينية والطفلية (Ermosols) 50% من المساحة الكلية.

3- غطت الكثبان الرملية (Ergosols) المتحركة والشبه متحركة والثابتة 15.5%.

4- غطت المواد غير المتكونة على مواد غير رسوبية (Rhegosols) 1.3% من المساحة و2% فقط عبارة عن مساحات تغطيها أراضي متأثرة بالأملاح ([illegible]).

5- باقي المساحة كانت عبارة عن وحدات مختلطة من السابق.

**ثانياً: تبعاً للنظام الأمريكي:**

باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) والتقسيم الأمريكي وجد أن الأراضي المصرية تقع تحت ثلاث رتب رئيسية هي:

1- Entisols          2- Vertisols          3- Aridisols

وقد وجدت أيضاً رتبتي (Histisols) و(Inseptisols) بدرجات قليلة بأماكن متفرقة، والتقسيمات السابقة تعتبر ذات أهمية عند إعداد خرائط القدرة الانتاجية وخرائط [illegible] الأراضي ذات الأهمية العملية بالنسبة للاستخدام الأمثل للموارد الأرضية.

## أسئلة على الوحدة التعليمية السادسة

**السؤال الأول:**

وضح دور المناخ في تكوين الأراضي المصرية؟

**السؤال الثاني:**

اشرح دور مادة الأصل في التأثير على خواص الأراضي المصرية؟

**السؤال الثالث:**

لعامل الطبوغرافيا تأثير كبير في تكوين أراضي مصر. اشرح ذلك؟

**السؤال الرابع:**

قارن بين الأراضي المصرية بالوادي والدلتا والأراضي الصحراوية من حيث تأثير عامل الزمن عليها؟

**السؤال الخامس:**

أكتب عن ما تعرفه عن الخريطة البيدولوجية لمصر؟

# الوحدة التعليمية السابعة

## تقسيم وتقييم الأراضي

## Soil Classification and Evaluation

**الأهداف:**

يجب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة التعليمية أن يكون الطالب قادرا على أن:

1. يتفهم الهدف الأساسي للتقسيم الطبيعي أو البيدولوجي للأراضي.
2. يناقش التقسيمات الدولية المختلفة للأراضي.
3. يتعرف على الاصطلاحات المستخدمة لوصف الآفاق المختلفة.
4. يدرك ويتمكن من استخدام بعض النظم لتقييم الأراضي.

**العناصر:**

1. التقسيم الطبيعي أوالبيدولوجي للأراضي.
2. كيفية الوصول إلى نظام تقسيم الأراضي.
3. التقسيمات الدولية المختلفة للأراضي.
4. الاصطلاحات المستخدمة الآفاق المختلفة.
5. مفهوم تقييم الأراضي وبعض طرق التقييم.

## الوحدة التعليمية السابعة

## تقسيم وتقييم الأراضي

## Soil Classification and Evaluation

### أولاً: التقسيم الطبيعي للأرض:Natural soil classification

هدف علم التقسيم الطبيعي أوالبيدولوجي للأراضي هو العمل وتنظيم المعلومات عن وحدات الأراضي التي تربطهم علاقة خاصة اكتسبت في فترة زمنية معينة وذلك لتحقيق الأهداف التالية:

أ- لضمان الحصول علىجداول أونظرة منطقية سريعة لأوجه المتعددة التي تظهر بها وحدات الأراضي.

ب- لتفهم واستيعاب العلاقة الخاصة الرابطة بين حدات الأراضي.

جـ- لاكتشاف أوجه التنقص في المعلرفة عن حدات الأراضي ولعمل على زيادة معلوماتنا عنها.

د- لايجاد لغة مشتركة قائمة على أسس معرفية لسهولة نقل المعلومات والدراسات الخاصة بكل منوع لوحدات الأراضي من منطقة لأخرى.

وفي كيفية الوصول إلى هذا النظام البيدلوجي الطبيعي لتقسيم الأراضي يجرى تجميع وحدات الأراضي في أقسام أمجاميع خاصة تعرف باسم وحدات التقسيم Taxonomic units or taxa ترتب في مراتب تصتيفية Categories سليمة, وذلك على أساس جميع الخواص, والظروف البيئية المشتركة، والأخص تلك التي تكون مسببات أوأصل لخواص وظروف بيئية أخرى كثيرة، وليست تبعاً لصفة واحدة أوعامل تكوين أراضي واحد. وتعطي كل وحدة تقسيم اسم محدد مستمد من خصائصه وعلى أسس يتفق عليها. وبالتالي فإن المرتبة التصنيفية عبارة عن عدد من Taxa عرفت على نفس المستوى من الاستخلاص حيث يأخذ عدد أقل من الخواص أوالمسببات لتلك الخواص ففي تعريف وحدات التقسيم على مستوى رتبة أعلى، بينما يأخذ عدد أكبر في الخواص للتعريف على مستوى أقل.

أي أن التقسيم الطبيعي البيدولوجي للأراضي مثل التقسيمات الطبيعيـــة للنبــات أوالحيوان تقسيم متعدد المراتب multi categoric system فنجد فـــي تقســيم الأراضي مراتب التربة وتحت التربة والمجموعة الكبـــرى وتحــت المجموعـــة والعغائلة لترادف مراتب المملكة تحت المملكة والعائلة والجنس والنوع في تقسيم المملكة النباتية.

وتبعاً للصفات أوالمسببات أوالظروف البيئية الأساسية التي أساسها تتحدد مجاميع وحدات التقسيم وتعريف المراتب التقسيمية وعددها تبلورت عدة أنـــواع لتقسيمات بيدولوجية طبيعة للأراضي مقرنة بالمدارس العلميـــة المختلفـــة لعلـــم الأراضي فهناك التقسيم الأمريكي والروسي والفرنسي للأراضي العاملية، وهناك التقسيم الألماني والهولندي لتقسيم الأراضي في وسط أوروبـا. فنجـد التقســيم الروسي يضع عمليات تكوين الأراضي وعوامل تكوين الأراضي المسببة لـــذلك كأساس عند بداية تقسيم الأراضي في المراتب التصنيفية العليا، يلي ذلك اعتباره لخواص الأراضي الناتجة في المراتب الدنيا. بالعكس نجد التقسيم الأمريكي بني أساساً تبعاً للخواص البيدولوجية ذات أصل وراثي كأساس في تعريف وحـدات التقسيم مستبعداً جميع الفروض والنظريات، يليه كيفية حدوث هذه الخواص كمـا في التقسيم الروسي.

أما التقسيمات الأوربية فإنها تأخذ موقفاً وسطياً بين التقســيم الروســي والأمريكي فإنها تتجنب بقدر الامكان إختيار عوامل وعمليات الأراضـــي كـذلك فإنها لاتنطبق بحزم وبوضوح مبدأ اختيار الخواص البيدولوجية كأســاس عنـد تعريف وحدات التقسيم كنموذج لتقسيم طبيعي بيدولجي للأراضي فيما يلي ســرد عام للملامح الأساسية للتقسيم الأمريكي الحديث للأراضي.

**التقسيم الأمريكي الحديث للأراضي:**

يتم تعريف وحدات التقسيم بالنظام الأمريكي على أســاس الخــواص البيدوجينية، أي تلك الخواص المورفولوجية والكيميائيةوالطبيعية والمعدنية والتي

حدد في الحقل والمعمل التي تكونت بتأثير عوامل وعمليات التكوين للأراضي المختلفة وهي نفس تلك الخواص التي تبلورت وتحددت في تعريف الآفاق التشخيصية والرئيسية. وإن هذا النظام نظام متعدد المراتب تحتي على ستة مراتب هي الرتبة وتحت الرتبة والمجموعة الكبرى وتحت المجموعة والعائلة والسلسلة وهو في حقيقة الأمر عمل على تجميع أكثر من 10.000 سلسلة أرضية. والتي تم دراستها وتشخيصها خلال الـ80 سنة الأخيرة إلى 11 مرتبة أساسية وحاول تقسيمها بعد ذلك إلى تحت المراتب الأخرى.

**أولاً: الرتب Soil order**

كأعلى مستوى تصنيفي عرفت الرتب الأرضية على أن كل منها عبارة عن مجاميع من وحدات الأراضي متجانسة في الخواص ومدى تطورهاز عرفت إحدى عشر رتبة على أساس مدى تكوين وتطور الآفاق التشخيصية وكيفية تواجدها داخل القطاع محاولاً تكوين مجماميع مناخية إلى حدم حيث نجد ثمانية منها ترتبط بمناطق مناخية محددة ذات بيئة نباتية خاصة، والثلاث رتب الأخرى لا يرتبَط وجودها بأي منطقة بل يمكن أن تتوّاجد في أي منطقة على القشرة الأرضية.

وفيما يلي وصف مختصر لكل منها حيث يدل الرمز بين الأقواس على الرمز الدال عليها والذ ي سوف يميز تحت الرتب الخاص لكل منها:

**1- رتبة (Entisols (ent**

مجموعة من الأراضي المعدنية ضعيفة التكوين لا تملك أي من الآفاق التشخيصية بما عدا آفاق Ochric anthropic, albic وذلك من خلال عمق 75سم. بمعنى قد تتواجد آفاق تشخيصية أخرى (ملحي أوكلسي) في عمق أكبر من 75 سم – ولذلك فهي تشمل من جهة جميع أنواع الأراضي الرسوبية حديثة التكوين ومن جهة أخرى جميع أنواع الأراضي الرمليسة الجديدة والقديمة.

**2- رتبة Vertisols(ert)**

مجموعة من الأراضي الغنية بالطين المتمدد- المونتموريللونيت- ذات نسبة طين أكبر من 30% خلال 50 سم عمق ، وتتميز بظاهرة gillgai على السطح(عبارة عن انخفاضات ومرتفعات صغيرة) وانتشار ملامح الـ Slickersides داخل القطاع (عبارة عن سطوح لامعة على وحدات البناء المختلفة تتكون نتيجة لانزلاق كتل الطين عند تمددها بعضها فوق بعض) علاوة على سيادة بناء محبب خشن إلى كتلي وشقوق Crackes بعرض1 سم$^2$ ولعمق أكبر من 50 سم عند الجفاف. وهذه المجموعة تضم جميع الأراضي الطينية الداكنة اللون مثل أراضي الجزيرة بالسودان وبعض مناطق الدلتا بمصر.

**3- رتبة Inceptisols (ept)**

عبارة عن أراضي معدنية ذات درجة تكوين وتطور متقدم نسبياً عن أراضي الرتب السابق ذكرها في بداية تكوين آفاق تشخيصية أهمها أفق Cambic ذو لون بني محمر وهي تضم اراضي الغابات البيئية بالمناطق المعتدلة الشمالية وأرلااضي الـGley المتأثرة بالماء الأرضي.

**4- رتبة Aridisols (id)**

عبارة عن أراضي المناطق الجافة الصحراوية وشبه الصحراوية ذات آفاق تشخيصية Argillic, Calcic, Gypic, Salic, Natric خلال 100 سم عمق.

**5- رتبة Mollisols (oll)**

مجموعة من الأراضي المعدنية ذات أفق سطحي Mollic epipedon عميق نسبياً وهي تضم مجموعة الأراضي السوداء بالمناطق المعتدلة إلى الباردة الشمالية وعادة ما تحتوي على أفق Calcic, Cambic or Argilic في عمق أكبر من 1.5متر.

6- رتبة **Spodosols (od)**

مجموعة أراضي ذات أفق تحت سطحي Spodic تضم مجموعة أراضي البدزول ذات القوام الرملي اللومي بالمناطق المعتدلة الشمالية.

7- رتبة **Alfisols (alf)**

مجموعة من أراضي لومية القوام قاعدية ذات أفق تحت سطحي argillic قاعدي تضم مجموعة أراضي البدذول البنية الرمادية بالمناطق المعتدلة.

8- رتبة **Ultisols (ult)**

مجموعة من أراضي لومية طينية حامضية ذات أفق تحت سطحي argillic حامضي تضم مجموعة الأراضي الحمراء بالمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية.

9- رتبة **Oxisols(ox)**

مجموعة الأراضي الطينية الحامضية ذات أفق تحت سطحي Oxic تضم مجموعة أراضي اللاتريت بالمناطق الاستوائية.

10- رتبة **Histisols (ist)**

مجموعة الأراضي العضوية ذات أفق سطحي Histic تتواجد عادة بالمناطق المناخية المعتدلة الباردة ذات ظروف غدقة تساعد على تراكم المادة العضوية وعدم تحللها.

11- رتبة **Andosols (and)**

مجموعة الأراضي المتكونة على الرماد البركاني.

12- رتبة **Gelisols**

soils with permafrost within 2 m of the surface

**ثانياً- تحت الرتبة Suborder**

تنقسم كل رتبة من التتب السابق ذكرها إلى 4- 7 تحت رتبة على أساس خواص عديدة بحيث تكون كل تحت لرتبة مجموعة من الأراضي متجانسة وراثياً إلى حد ما.

**أهم هذه الخواص والرموز الدالة عليها هي:**

1- الخواص الناتجة من تأثير الماء (Aqui).

2- سيادة ظروف مناخية معينة (رطب= Ud وجاف= Torr).

3- سيادة أفق تشخيص معين (Ochric).

4- سيادة خواص مادة الأصل (سوبي Fluv ورملي = Psamm).

5- نسبة الحديد والألومنيوم إلى المادة العضوية في أفق Spodic.

6- الحالة المثالية لخواص الرتبة ذاتها (orth).

ويتكون اسم تحت الرتبة بطريقة إضافة الرمز الدال على الصفة المميزة لتحت الرتبة إلى رمز التربة التابع لها مثل الأراضي الرسوبية Fluvents حيث يدل المقطع Fluv على مادة الأصل الرسوبي المقطع ent على رتبة الـEntisol.

**ثالثاً- المجموعة الكبرى Great group**

قسمت تحت الرتبة إلى عدد من المجاميع الكبرى تبعاً لـ:

1- سيادة أفق تشخيص معين إذا لم يذكر بالتحديد على مستوى التحت لرتبة.

2- الحالة المثالية لتحت الرتبة.

3- بعض الخواص الأخرى التي لم ياتي ذكرهخا مباشرة في تعريف الآفاق التشخيصية مثل شكل الحدو د بين الآفاق (لساني = Gloss).

4- الظروف المناخية السائدة إذا ما تم تحدد عهلى مستوى التحت رتبة مثل: استوائي Trop، جاف Torri، شبه رطب Usti، جاف Torri رطب Udi بحر أبيض Xero.

وبالتالي فإن اسم المجموعة الكبرى يتكون من المقطع الدال للصفة السائدة ليلتحق باسم التحت مجموعة الخاص بها مثل مجموعة petrocalcids حيث يتكون من ثلاث مقاطع:

| | | |
|---|---|---|
| المقطع الأول | petro | يدل على أفق متحجر (مجموعة كبرى) |
| المقطع الثاني | calc | يدل على أفق كلسي (تحت رتبة) |
| المقطع الثالث | id | يدل على رتبة Aridisols |

**رابعاً: تحت المجموعة Subgroup**

قسمت كل مجموعة كبرى إلى تحت مجاميع تبعاً لسيادة العائلة المثالية (Typic) للمجموعة الكبرى أوتبعاً لسيادة خواص انتقالية بين مجموعتين أ...

**خامساً- العائلة Family**

تتكون العائلة إما بتقسيم مباشر تحت المجموعة أوتجميع للسلسلة التالي ذكرها، وذلك على أساس خواص ذات أهمية خاصة لنمو النبات بحيث تتكون مجاميع متجانسة نسبياً لعلاقات الأراضي والماء والنبات، وتعرف العائلة إما تبعاً لـ:

1- مجاميع القوام
2- التركيب المعدني.
3- درجة الحموضة والقلوية
4- درجة حرارة التربة
5- خواص أخرى مثل النفاذية

أوعمق القطاع الأرضي أودرجة اندماج الأرض.

**سادساً- السلسلة Soil series**

عبارة عن مجاميع من وحدات الأراضي متجانسة ضرورياً في خواصها المميزة وبالأخص من حيث ترتيب آفاقها التي تطورت من نفس نوع مادة الأصل تتبع عائلة معينة أوتحا مجموعة مباشرة ولذلك فإن كل سلسلة تعرف تبعاً لجميع الخواص التي علرفت بها كل من التربة وتحت الرتبة والمجاميع الكبرى، وتحت

المجاميع والعائلة التابعة لها، أي أن السلسلة تعلارف تبعاً لخواص لها محددة من حيث وراثة الأرض ونمو النبات واستخدامات الأرض المختلفة، وتعتبر وحدة الحصر أووحدة الخريطة الأساسية عند حصر الأراضي الفصيلي ونصف التفصيلي.

- **مفتاح الاصطلاحات المستخدمة للآفاق المختلفة والطبقات الجيولوجية، ومادة الأصل والمناخ.**

| |
|---|
| ($B_{sa}$) **أفق تجميع أملاح ذات درجة ذوبان أعلى من الجبس وكربونات الكالسيوم ذو سمك أكبر من 15 سم ونسبة الأملاح أكبر من 2% وحاصل ضرب نسبة الأملاح x السمك أكبر من 60.** |
| ($B_{cs}$) **أفق تجميع الجبس ذوسمك اكبر من 15سم ويحتوي علىأكبر من 5%جبس كلي عن الفق الذي يليه** وحاصل ضرب نسبة الجبس x السمك أكبر من 6% جبس بسمك أكبر من 30 سم على أن يحتوي أكبر من 1% عن الأفق الذي يليه. ويكون الجبس ثانوي، وإذا تصلب سمي (**Petrogypsic**). |
| ($B_{ca}$) **أفق تجميع كربونات الكالسيوم ذو سمك أكبر من 15 سم ونسبة كربونات الكالسيوم أكبر من 15%على نسبة أكبر من 5% كربونات عن الأفق الذي يليه أو أكثر من 5% بالحجم تجمعات كالسية هشه. وتكون الكربونات ثانوية وإذا تصلب سمس(Petrocalsic).** |
| ($A_w$) **أفق سطحي فاتح اللون فقير في المادة العضوية (< 1%)- فاليو ج5.35% جاف، < 5.3رطب وهو أفق حدثت منه الهجرة- نسبة التشبع بالقواعد من أكبر من 50% أقل من 250 جزء في المليون.** |
| ($B_v$) **أفق لونه محمر نتيجة لتجوية محلية وانفراد أكاسيد الحديد والمعادن الثانوية إلى تغليف المعادن الأولية (وتحدث أيضاً في ظاهرة الجلاي) نسبة الطين لأقل من 1.2مرة قدر الأفق العلوي (وهو الحد الأدنى لأفق الطين) ، وكذلك أكاسيد الحديد نستها تحت الحد الأدنى لأفق Spodic** |
| ($B_k$) **أفق تجميع الطين تحت أفق خشنة،** سمكه > 18سم إذا كان الحد واضحا بينهما **نسبياً أو إذا كان** الحد حاداً أوتحتها منطقة صخرية. القوام لومي رملي ناعم جداً أوأنعم ، C.E.C > 16 **ملليمكافئ/100جم** أرض. |
| ($B_t$) أفق تجميع الطين نتيجة لتجوية من أعلى بالغسيل وعادة يلي أفق الهجرة (**albic**) ونسبة الطين بينهما **1:2 إذا كانت نسبة الطين في هذا الأفق 15% وسمكه 15سم أو >40% وسمكه أكبر من عشر** الآفاق العلوية كلها**- مع وجود** ظاهرة الأغلفة الطينية لوحدات البناء، **وإذا وجد تحت أفق الحرث (Ap) في** حالة الزراعة **المكثفة سمى (argic).** |
| ($B_{na}$) أفق له شروط **أفق تجميع الطين إلى جانب تميزه ببناء منشوري أوعمودي ونسبة الصوديوم** المتبادل> 15%- وإذا تصلب سمى (**nadure**) |
| أفق سطحي داكن اللون فليو >5.5جاف، >3.5رطب- مادة عضوية>1% السمك. 17.50سم المشبع بالقواعد <50%- فو2أ5<250ج. ف. م. بناء محبب جيد ثابت- يكون من تحلل المادة العضوية في وجود |

| |
|---|
| كاتيونات ثنائية- أفق حامضي به طين موضعي (بدون عملية إزالة). |
| أفق سطحي – بفعل الانسان- إضافة للمادة العضويةوالمعدنية والأجسام الغريبة ويتوقف لونه على نوع هذا الخليط- يوجد تطابق وارتفاع نسبي بالمقارنة بالأسطح المحيطة لمنطقة الاضافة- سمكه أكبر من 50 سم. |
| (G) أفق تحت سطحي متأثر بالماء تسود به عملية الأكسدة والاختزال للحديد والنجنيز والكبريت لحد ما لتأثره بالماء الأرضي أوالسطحي المذبذب وإذا كانت السيادة للأكسدة يرمز له بالرمز (Go) حيث اللون الأحمر مصفر وإذا ساد الاختزال يرمز بالرمز (Gr). |
| أفق تحت سطحي متصلب بالاندماج يظهر في المناطق الباردة الرطبة . مادة عضوية منخفضة- قليل النفاذية- بناء منشوري سميك- قوام لومي- خالي من الكربونات- يكون غالباً تحت أفق B تنهار أجزاء منه بسهولة عند المعاملة بالماء أو الحامض المخفف. |
| أفق تحت سطحي عن طريق أكاسيد السايكا وسليكات الألومنيوم غير المتبلورة أوكربونات الكالسيوم في وجود الصوديوم (يذوب في قاعدة مركزة) أو أكاسيد حديد وطين – مصاحب لآفاق albic, Spodic |
| ($B_{ox}$) أفق تجميع نسبي لأكاسيد الحيد والأومنيوم ومعادن الطين 1:1 (كاؤلينيت) – حامضي نتيجة لهجرة أكاسيد السليكا في عملية اللاتريت بالمناطق الاستوائية . السمك >30سم- قواعد منخفضة <10ملليمكافئ/100جم طين- الطين يتجمع في المعلق بسرعة، وإذا تصلب الأفق استعمل مقطع (Plinth). |
| ($A_0$) أفق عضوي مازال يحتفظ بالشكل الأصلي للأجزاء العضوية بالعين المجردة على السطح ويتحول مع العمق بأن يدمج مع المادة المعدنية وتزول الأشكال الأصلية للأجزاء العضوية لقدمه في درجة التحلل. |
| (E) أفق هجرة الطين Ei أوالأكاسيد السداسية (الحديد والألومنيوم) Ee وهو أفق تجمع السليكا أومواد أخرى خشنة نتيجة لهجرة المواد الأنعم إلى أسفل مع المادة العضوية أحياناً. باهت اللون قاليو> 4جاف، > 5 رطب-كروما<3. |
| ($B_s$) أفق تجميع وترسيب أكاسيد سداسية حديد وألومنيوم) والمادة عضوية الحامضية والطين المنقول من أفق الهجرة (albic (Ee وتتوقف نسب المكونات المتجمعة على المناخ والزراعة، ويرمز له بالرمز Birفي حالة سيادة الأكاسيد السداسية وBh في حالة سيادة الهيومس واللون بني محمر قاتم في حالة سيادة المادة العضوية- ويكون مدمج (نتيجة للعملية البودزولية). |
| (Ah) أفق سطحي داكن عضوي (طري) مادة عضوية 1% مشبع بالكاتيونات الثنائية- درجة التشبع 50%- نسبة فو2أ5= 250ج.ف.م.-بناء محبب جيد وثابت في الجزء العلوي منه (8سم) نسبة المادة العضوية في حدود الحد الأدنى من الأفق الغضوي Histic وإذا زادت نسبة فو5:2 عن 250 ج.ف.م بسبب نشاط الانسان الزراعي سمي (anthrpic). |
| مادة أصل رسوبية نهرية تطابق قوامي بين السلت والطين المترسب ميكانيكيا بدون الرمل. |
| (O) أفق عضوي يتكون في الجزء العلوي للأراضي المعدنية حيث يسود فيه المادة العضوية غير المتحللة (O1) حيث يظهر الأوراق الباهته (fol)أوالألياف (fibr) أوشبه المتحللة (Heum) أو المحللة (Spar) حيث لا يمكن التعرف على الألياف الأصلية ويرمز له بالرمز (O2) ويحتوي عموماً على > 30% مادة عضوية إذا وجد أكثر من 50% طين أو > 20% إذا وجد أقل. |

| |
|---|
| ظاهرة الجلجاي: نتيجة لتمدد وانكماش الأرض الغنية بالمونتموريللونيت بالابتلال والجفاف وتكون نتيجته التشقق وسقوط أجسام غريبة بالشقوق وانغلاقها مع الترطيب، وكنتيجة للتمدد يحدث انزلاقات لشرائح الطين داخلياً وانبعاج للسطح مما يسبب الطبوغرافيا الدقيقة. |
| - مادة أصل ناتجة من ترسيبات رماد البراكين لونها قاتم. |
| - رسوبيات رملية غير نهرية مكونة مادة أصل خشنة وتسمى الأرض المتكونة عليها إذا كانت تحت لرتبة الـEntisols ب Psmment نسبة إلى Psmmos أي رمل. |
| (R) أفق مادة الأصل(الصخر الأمي) مادة متصلبة تتفكك بتأثير عمليات التجوية اطبيعية لتعطي أفق (C) غير جيري. |
| (R) أفق مادة الأصل جيرية (الصخر الأمي) مادة متصلبة من كربونات الكالسيوم والماغنسيوم تتفكك بتأثير عمليات التجوية الكطبيعية لتعطي أفق (Cca) الجيري. |
| المناخ: |
| - حار جاف (Torr) الصحراء الحارة. |
| - البحر المتوسط (Xer). |
| - شبه جاف (ust-ud) |
| - بارد رطب (Bor) |
| - بارد جاف (cry) الصحراء الجليدية. |
| - دائم التجمد جاف (pergelic) قطبية. |

نبذة مختصرة عن بعض نظم التقسيم الأخرى:

**أكتب عن بعض التقاسيم الأخرى للأراضي مستعيناً بمكتبة الكلية وشبكة المعلومات (Net).**

**1- التقسيم الروسي.**

**2- التقسيم الفرنسي.**

**3- التقسيم المقترح من قبل الـ FAO،.....وغيرها.**

**مفهوم تقييم الأراضي:**

تقييم الأراضي هي عملية تحديد مدي ملائمة الأراضـــي علـــى أنـــواع الاستخدامات المختلفة مثل انتاج المحاصيل – تربية المواشي– انتـــاج الغابـــات أوإعداد بعض المساحات من الأرض للسياح أوللتنزه والتسلية.......

وعملية تقييم الأراضي هي عملية مقارنة لأنواع لاستخدامات المختلفـــة للأرض وعلاقة ذلك بمقدار الجهود المبذولة لاستخدام الأراضي في كل حالة.

وتحتاج عملية التقييم إلى حصر كل انواع الموارد الطبيعية التي تشـــمل المناخ– الموارد المائية– الموارد الأرضية– النباتات الطبيعية.وهذا يتطلب إعداد خلرائط أرضية موضحاً عليها أنواع الأرضي المختلفة.

وهناك مقومات أساسية تحدد مصير أعمال عمليات استصلاح الأراضي واضافة مساحات جديدة مستصلحة هذه المقومات بالاضافة إلى الظلروف المناخية السائدة بالمنطقة هي الموارد المائية والموارد الأرضية والموارد البشرية.

**الموارد الطبيعية التي تحدد عملياتا استصلاح الأراضي:**

ويمكن القاء الضوء عن هذه الموارد بجمهورية مصر العربية:

**1-المناخ: The Climate**

كما نعلم أن للمناخ دور هام كعامل من عوامل تكوين الأراضي وله دور مؤثر في كثير من خواص الأراضي. كما يؤثر المناخ على تحديد برامج خدمـــة وصيانة واستصلاح الأراضي ومتطلبات الزراعة مثل الري والصرف. ويـــؤثر المناخ أيضاً في تحديد أنواع المحاصيل لكي تلائم مناخ المنطقة، وكذلك مواعيـــد زراعتها ومن العناصر المناخية ذات الارتباط المباشر بالانتاج الزراعي (درجـــة حرارة، وشدة الاضاءة، وطول الليل والنهار، الرطوبة النسبية، سرعة ، اتجـــاه الرياح، والمطار ومعدلات التبخر).

**1-1- درجة الحرارة:**

تتفاوت درجة الحرارة في جمهورية مصر العربية كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب كذلك يختلف متوسط درجة الحرارة في أشهر الشتاء عن أشهر الصيف حيث يتراوح متوسط درجة الحرارة في أشهر الشتاء والصيف فيما بين 13-14°م خلال شهر يناير بالساحل الشمالي والدلتا بينما يصل إلى نحو 17°م بالمناطق الجنوبية وأسوان. ويصل أعلى متوسط لدرجة الحرارة خلال شهري يوليو وأغسطس فيما بين 26-28 °م خلال نفس الفترة بالمناطق الجنوبية.

**2-1 المعدل السنوي لسقوط الأمطار:**

يختلف معدل سقوط الأمطار بجمهورية مصر العربية من المناطق الساحلية عنه في الكمناطق الجنوبية. فالمناطق الساتحلية الشمالية المطلة على البحر الأبيض المتوسط عند الاسكندرية يصل المعدل السنوي للأمطار المتساقطة حوالي 200مم وهذا المعدل ينخفض كلما اتجهنا شرقاً وغرباً لتصل إلى العريش ومرسى مطروح إلى نحو 100ممسنوياً على التوالي.

وكلما اتجهنا ناحية الجنوب قل معدل السقوط السنوي ليصل إلى نحو 25مم/السنة بالجيزة والى نحو 1.4مم، 1.1مم/السنة عند أسوان والواحات الداخلة على التوالي. وأقصى معدل لسقوط الأمطار يكون خلال شهري ديسمبر ويناير في معظم المناطق بالجمهورية حيث يسقط أكثر من نصف المجموع السنوي للأمطار المتساقطة خلال هذين الشهرين.

**3-1 الرطوبة النسبية:**

هناك علاقة عكسية بين قيم الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة فكلما ارتفعت درجة اللحرارة انخفضت الرطوبة النسبية ويرجع ذلك لزيادة قابلية الهواء للتحمل ببخار الماء وذلك باستثناء المناطق الساحلية بسبب توافر المياه السطحية ولذا تزداد الرطزوبة النسبية في فصل الشتاء وتنخفض بالصيف بكافة أنحاء

الجمهورية باستثناء المناطق الساحلية التي يلاحظ فيها أن التغيرات في الرطوبة قليلة نسبياً.

**4-1 معدل التبخر اليومي:**

يزداد معدل التبخر اليومي بانخفاض قيم الرطوبة النسبية وارتفاع درجة الحرارة كما يزداد معدل البخر بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب حيث يزداد متوسطه السنوي من نحو 2.5مم/يوم بالاسكندرية إلى نحو 6.6مم/يوم بالجيزة وإلى نحو 18.9مم/يوم بأسوان.

**5-1 سرعة الرياح:**

تتباين سرعة الرياح من شهر لآخر ومن منطقة لأخرى بجمهورية مصر العربية حيث تبلغ سرعة الرياح بالاسكندرية ومرسى مطروح نحو 24.1، 5.3متر/الثانية بينما تصل لأدناها بوسط الدلتا حيث تصل سرعة الرياح إلى نحو 2متر/الثانية، وفي خلال شهري إبريل ومايو تهب الرياح بكافة أنحاء الجمهورية الرياح الخماسينية الجافة، وتختلف مدتها من منطقة لأخرى فتصل إلى نحو 9أيام بمرسى مطروح، ومن 3-5 أيام بالاسكندرية والقاهرة. أماالمناطق الجنوبية فتكون مدتها أكثرمن خمسة أيام. وقيم عناصرالمناخ في مصر تؤكد جفاف المناخ ولابد من الاعتماد على الري الصناعي في الزراعة.

**2- الموارد الأرضية: Soil resources**

وتبلغ المساحة الاجمالية لمصر1.000.000 كيلو متر مربع موزعة كما يلي:

أ- 33000 كيلو متر مربع هي مساحة الوادي والدلتا أي نحو 3.3% من المساحة الاجمالية وهي كما سبق أن أوضحنا في الأبواب السابقة تتكون أساساً من ترسيبات على النيل وتمثل غالباً المساحة المأهولة والمستغلة زراعياً.

ب-681.000 كيلو متر مربع عبارة عن مساحة الصحراء الغربية ومنخفضاتها أي نحو 68.1% من إجمالي المساحة.

ج-222.000 كيلو متر مربع هي مساحة الصحراء الشرقية بوديانها ومرتفاعاتها التي تتكون من الهضاب الجيرية المرتفعة أي نحو 22.3% من إجمالي المساحة.

د- 61000 كيلو متر مربع هي عبارة عن مساحة شبه جزيرة سيناء وتمثل نحو 6.1% من الساحة الكلية.

هـ- 3.25كيلو متر مربع هي مساحة البحيرات الشمالية وتمثل نحو 0.3% من المساحة الكلية وتستغل كمصدر للثروة السمكية وأيضاً يستصلح بعض المساحات منها وتضاف إلى الرقعة الزراعية.

**3- الموارد المائية:Water Resources**

**وتنقسم إلى:**

أ- **موارد مائية سطحية Surface water**:

والتي تشمل المياه الجارية بالأنهار وفروعها Running water ومياه الصرف التي يمكن إعادة استخدامها في الري Reuse of drainage water.

ب- **مياه الأمطار Rainfall water**:

وهي تعتبر في مصر قليلة جداً وتسقط بالمناطق الساحلية الشمالية.

ج- **المياه الجوفية:** Under Ground Water

وتعتمد مصر أساساً على مياه النيل وجزئياً في المناطق الصحراوية على المياه الجوفية ونادراً بالمناطق الساحلية على الأمطار والكمية الكلية التاي تصل إلى نهر النيل بوادية بمصر والسودان تبلغ 84بليون م3, يفقد منها حوالي 10بليون م3وتكون الكمية الحقيقية 74بليون م3 تقسم فيما بين مصر والسودان بحيث يكون نصيب السودان 18.5بليون م3 ونصيب مصر 55.5 بليون م3.

وينتظر مستقبلاً بعد تمام مشروعات الري بأعالي النيل أن يزيد نصيب مصر بنحو 9بليون م3فيصبح نصيباً مستقبلاً أن تصل لنحو 64.5بليون م3.

وتمثل كمية المياه الجوفية نحو 0.350بليون م3، أما مياه الصرف التي يمكن إعادة استخدامها فتبلغ حالياً نحو4.8بليون م3 ومن المنتظرمستقبلاً أن تصل إلى نحو 8.8 بليون متر مكعب. وعلى ذلك فإن رصيدنا المائي المتوقع مستقبلاً بعد تنفيذ مشاريع أعالي النيل وزيادة اعادة استخدام مياه الصرف في الري سيصل إلى نحو 73.65بليون م3.

- **أما احتياجاتنا من هذه المياه فتبلغ نحو:**
- **51.0 بليون م3 للزراعة والفاقد من مياه الري.**
- **2.5بليون م3 للملاحة (في شهر يناير).**
- **1.5بليون م3 للإستهلاكات المنزلية والصناعة.**
- **0.35بليون م3 للتوازن المائي.**
- **أي إجمالي نحو55.35 بليون م3، ومن ثمة سيصبح لدينا كمية من مياه الري الزائدة تبلغ 73.65-55.35=18.3 بليون م3.**

**4- <u>الموارد البشرية Man Power Resources:</u>**

وهي عبارة عن تعداد السكان الفعال في التنمية ويتناول أيضاً المستوى التدريبي والفني للأيدي العاملة وكذلك يلعب التخطيط السليم لاستغلال القوى البشرية دوراً فعال في دفع عجلة التنمية الزراعية وتوجيهها الوجهة السليمة.

ومما لاشك فيه أن الشباب هم عدة وجنود التنمية التي لاتتم إلا من خلال العمل الشبابي الجاد- ولواعتبرنا أن 30% من تعداد الدولة من الشباب كما تدل الاحصائيات فان مصر تملك نحو 15 مليون شاب وشابه هم أمل النهوض بمصرنا الحبيبة من خلال توجية وخطط منظمة مبنية على الأسس العلمية والوسائل التقنية المواكبة للتطور العلمي في مجالات الزراعة واستغلالنا مواردنا المتاحة.

**5- العوامل البيئية: Ecological Factors**

أن العوامل البيئية وتوازنها أمر هام لابد من أخذه فيب الاعتبار عند التخطيط السليم لأي تنمية زراعية وذلك بمراعاة المحافظة على البيئة المحيطة ومواكبة العوامل البيئية الطبيعية في الاستغلال الزراعي مما يكفل تعظيم الناتج والمحافظة على عناصر البيئة المحيطة.

**أنواع تقييم الأراضي Types of land evualuation**

**هناك ثلاث أنواع من تقييم الأراضي كالآتي:**

**أ- التقييم الوصفي: Qualitative evaluation**

يبين هذا التقييم مدى ملائمة الأرض للإستخدام وتستخدم الاصطلاحات التالية: أرض عالية الملائمة High suitable ، متوسطة الملائمة Moderate suitable، حدية الملائمة Marginally suitable أو غير ملائمة للاستخدام Not Suitable. والتقييم الوصفي يستخدم أساساً في مرحلة الحصر الاستكشافي ويستخدم في الدول النامية.

**ب- التقييم الطبيعي الكمي Quanlitative Physical Evaluation**

في هذا التقييم يتم تقدير كمية الانتاج أوالمنافع الأخرى المتوقع الاستفادة منها من الأرض مثل غلة المحصول, انتاج اللحم أوالصوف من مواشي ودواجن المزارع كذلك معدلات نمو الأخشاب في مناطق الغابات وسعة أماكن الترويح (التسلية) ومن الضروري لاجراء التقييم يجب معرفة المدخلات Inputs في شكل كمي مثل كميه الأسمدة بالطن وكذلك العمالة اليومية.

وهنا لابد أن يكون للرجل الاقتصادي القائم بعملية التقويم خلفية عن المستوي العام للأجور بالنسبة للعمالة وكثافتها واجراء بعض الحسابات التقريبية للتكاليف والأسعار لكي يمكن معرفة مستويات الدخل كتقديرات أساسية.

وهذا النوع من التقييم يكون ملائماً لبعض الأغراض الخاصة من التقييم مثل تقدير معدلات النمو المتوقعة في أنواع مختلفة من الأشجار (كمتوسط سنوي عام) خاصة في مناطق الغابات.

**جـ- التقييم الاقتصادي Economic Evualation**

التقييم الاقتصادي يعطي النتائج في صورة اصطلاح ربح أوخسارة لكل مؤسسة متخصصة من استخدامات الأرض.

وتستخدم القيم انقدية من نتائج التقييم الكمي الطبيعي للحصول على التكاليف الداخلة وقيمة الانتاج ومنها يحدد المكسب والخسارة.

ويستخدم التقييم الاقتصادي دائماً لتثمين المشروعات بغرض وضع الخطط لتشغيل الأموال الخاصة.

**5- تقسيم القدرة الانتاجية للأراضي Land Capability Classification**

الغرض العام من حصر الأراضي هوالحصول على خرائط وتوضح الغراض العديدة المختلفة لاستخدام الأراضي.

والهدف الأساسي: هو الحصول على خريطة موضح عليها درجات الانتاجية للمساحات المدروسة من الدرجة الأولى (الأحسن) حتى الدرجة الثامنة (الأقل) وكل مساحة من الأرض توضع في درجة من التقسيم ويوجد ثماني درجات من تقسيم الأراضي حسب النظام الأمريكي كالآتي:

الدرجة الأولي: هذه الأراضي بها محددات قليلة جداً لاتعيق استخدامها.

**الدرجة الثانية :** بها بعض المحددات تقلل من اختيار المحاصيل وتتطلب طرق محافظة متوسطة.

**الدرجة الثالثة:** بها محددات شديدة تقلل من اختيار المحاصيل وتحتاج طرق خدمة خاصة أوكلاهما.

**الدرجة الرابعة:** بها محددات شديدة تقلل من اختيار المحاصيل أوتتطلب خدمةو بعناية جداً أوكلاهما.

**الدرجة الخامسة:** وهي أراضي بها قليل من خطر النحات لكن يوجد بها بعض المحددات لذلك تستعمل لانتاج الأخشاب والمراعي.

**الدرجة السادسة:** بها محددات كبيرة تجعلها غير ملائمة للزراعة وتكون محددة الاستخدام في انتاج الأخشاب والمراعي.

**الدرجة السابعة:** أراضي بها محددات شديدة جداً تجعلها غير ملائمة للزراعة كذلك تعيق استخدامها في الرعي وانتاج الأخشاب.

**الدرجة الثامنة:** توجد محددات تعيق استخدامها كذلك تعيق اجراء عمليات التسلية والتنزه.

من التقسيم الأمريكي السابق يتضح أن الدرجات من الخامسة حتى الثامنة تعتبر أراضي زراعية لكن في مصر في الواقع تعتبر هذه الدرجات من الأراضي التي يتم استصلاحها واستزراعها لذا يجب الأخذ في الاعتبار أن هذا التقسيم الأمريكي لا يتمشى مع الأراضي التي توضع تحت الاستصلاح في مصر نظراً لاجراء كثير من عمليات الاستصلاح والتحسين لخواص هذه الأراضي لتصبح أراضي زراعية.

٥) **تقييم ملائمة الأراضي Land Suitability Evaluation**

هي عملية تقييم لمدى صلاحية الأرض لاستخدام نوع معين، حيث يوجد أنواع متعددة من استخدام الأرض مثل الزراعة وانتاج المحاصيل- الانتاج الحيواني - وهنا يحدد مدى ملائمة الأرض لنوع الاستخدام كذلك أنواع المحاصيل التي تستخدم لاعطاء أعلى عائد.

ويجب توضيح ذلك على خرائط توضح الملائمة لكل وحدة خريطية أرضية لنوع محدد من استخدام الأرض.

**وتوضع رموز تشير إلى مدى ملائمة الأرض كالآتي:**

**عالية الملائمة** **Highly suitable (S1)**

**متوسطة الملائمة** **Moderately suitable (S1)**

**حدية الملائمة** **Marginall suitable (S1)**

**غير ملائمة** **Not suitable (N)**

ويحدد أيضاً انواع المحاصيل الملائمة والتي تعطي أعلى عائد بالنسبة لكل وحدة خريطية.

7- <u>تقييم خصائص وصفات الأرض:</u>

**Evaluation of Land Characteristics and Land Qualities**

تقييم خصائص وصفات الأرض مرحلة ضرورية لعمل التقييم باعتبارها المؤثرة على مدى ملائمة الأرض للاستخدام وقد تكون هذه الخصائص والصفات في الحالة المثلى Optimum أوملائمة Suitable أوحدية Marginal لذلك يوضع مقياس نسبي المحددات التي تؤثر في استخدام الأرض.

8- <u>محددات خصائص وصفات الأرض:</u>

**Limitation of Land Characteristics and Land Qualities**

يجب الأخذ في الاعتبار لخصائص وصفات الرض في الحالة المثلى لنمو النبات فلا يكون هناك محددات ومن ناحية أخرى، إذا كانت هذه الخصائص أوالصفات غيرملائمة لنمو النبات فيكون هناك محددات يكون تأثيرها على نمو النبات على حسب شدتها.

والتقييم النسبي لصفات وخصائص الأرض توضع في عدة درجات من المحددات ويوجد 5 مستويات كالآتي:

**(1) لايوجد محددات** **No limitations**

حيث خصائص (صفات) الأرض تكون مثالية لنمو النباتات.

**(2) محددات قليلة** **Slight limitations**

خصائص الأرض تكون تقريباً مثالية بالنسبة لنوع الانتفاع من الأرض ويكون تأثيرها على انتاجية الأرض لا يزيد عن 20% بالنظر للمحصول الأمثل.

**(3) محددات متوسطة** **Moderatte limitations**

حيث يوجد محددات لها تأثير على نقص المحصول لكن مازال استخدام الأرض والمنافع الناتجة عنها مربحة.

**(4) محددات شديدة** **Severe limitations**

حيث الخصائص الأرضية لها تـأثيرعلى انتاجية الأرض واستخدام الأرض يكون حدي.

**(5) محددات شديدة جداً** **very Severe limitations**

المحددات تكون شديدة تقلل من المحصول وكان الناتج من الأرض غير مربح.

- **المقصود من المحددات:** هي صفات الأرض التي تحدد وتؤثر على الانتاجية.
- **أنواع المحددات:**

**<u>أولاً: محددات دائمة:</u>**

وهي التي ليس من السهولة تغييرها مثل زاوية الميل وعمق الأرض والمناخ.

**<u>ثانياً: محددات مؤقتة:</u>**

وهي محددات يمكن التخلص منها بعمليات التحسين المختلفة لادارة التربة مثل تحسين حالة الخصوبة وتحسين حالة الصرف.

- **طرق التقييم Evaluatipon methodology**

عملية تقييم أي مساحة من الأرض هي تالتحقق من درجتها أوإظهارهـــا في شكل عددي لتحديد أغراضها.

والتقييم يشمل تقدير الخصائص البيئيةى للأرض بالاضافة إلى التغيرات الاقتصادية وتغيرات المجتمع وتأثير البيئة على استخدام الأرض.وعناصر التقييم تختلف باختلاف الغرض ن الدراسة وكذلك باختلاف المجتمعات وبتطور الزمن.

- **الصفات التي يجب دراستها عند تقييم الأراضي:**

تشمل هذه الصفات كل من القوام- البناء الأرضي- مستوى الملوحـــة – مستوى الماء الأرضي – رقم الحموضة- نسبة كربونـــات الكاليســيوم- نســبة الجبس- السعة التبادلية الكاتيونية- عمق القطاع الصالح للزراعـــة – النفاذيـــة – شكل السطح – المنسوب – الميل – حالة التعرية. كذلك يتم دراسة عوامل البيئـــة المحيطة مثا نظام الري وحالة الصرف بالاضافة إلى العوامل اتلاقتصادية التـــي تشمل حالة الطرق والأيدي العاملة والقرب أوالبعد عن المدن الرئيســـية ودرجـــة الميكنة الزراعية ونوع المحاصيل المنزرعة.

**أولاً: طريقة ستوري (Storie, 1937):**

حيث عمل نظام تقدير مدى ملائمة الأرض بايجاد دليـــل يســـمى دليـــل ستورى طبق في جنوب كاليفورنيا، وتم تعديله عدة ليتمشى مع المناطق الجافـــة ونصف الجافة ويطبق في مصر, ويتلخص هذا النظام في إيجـــاد رتبـــة الأرض معبراً عنها كنسبة مئوية ويتم حسابها من 4 قيم هي:

1- عامل A ويمثل عمق القطاع الأرضي.

2- عامل B ويمثل قوام الطبقة السطحية وعلاقته بالنفاذية والسعة المائية وسهولة الخدمة.

3- عامل C: ويعبر عن الميل كمحدد للأرض والنبات.

4- عامل X: ويعبر عن العوامل التي تغير من قيمة الأرض(الصرف،الحموضة، الملوحة، القلوية، الخصوبة) وتحدد قيمة دليل ستوري بضرب قيم العوامل السابقة وتحسب كنسبة مئوية طبقاً للمعادلة التالية

**Storie index = A. B. C. X**

وطبقاً لدليل ستوري تقسم الأرض إلى 6 درجات كالتالي:

**الرتبة الأولى:** أراضي ممتازة وملائمة لجميع المحاصيل وذات إنتاج عالي.

**الرتبة الثانية:** أراضي جيدة جداً وملائمة لانتاج أغلب المحاصيل.

**الرتبة الثالثة:** أراضي جيدة الانتاج وتلائم العديد من المحاصيل، محدودة الاستخدام لوجود بعض الظواهر كالطبقات الصماء وسوء حالة الصرف.

**الرتبة الرابعة:** أراضي متوسطة الانتاج ملائمة لعدد قليل من المحاصيل فقط.

**الرتبة الخامسة:** أراضي ضعيفة ومحدودة الانتاج وتصلح للمراعي.

**الرتبة السادسة:** وتعتبر أراضي غير زراعية.

## أسئلة الوحدة التعليمية السابعة

**السؤال الأول:**

وضح أهداف عملية تقسيم الأراضي من النواحي التطبيقية.

**السؤال الثاني:**

أذكر بعض أسس تقسيم الأراضي وفقاً للمدارس العلمية المختلفة؟

**السؤال الثالث:**

كيف يمكن تقسيم الأراضي وفقا للمدرسة الأمريكية؟

**السؤال الرابع:**

تكلم عن أحد النظم العملية لتقيم الأراضي؟

## بعض مواقع الإنترنت في مجال علوم الأراضي

## Introduction

**Soil Definition:** http://soils.usda.gov/education/facts/formation.html
http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/Section_01.pdf
**Soils Beginning Series:** http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/nsri/
**Soils Introduction:** http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10t.html

### Soil Characteristics and Concepts:

**Soils Color:**
http://cropandsoil.oregonstate.edu/classes/css305/slides.html
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/soilgall/gallery.htm
http://www.gesource.ac.uk/roads/cgi-bin/search_webcatalogue2.pl?limit=250&term1=soils
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/pvg/color1.htm

**Soil Texture:**
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/tbf/txtbyfel.htm

http://www.essc.psu.edu/soil_info/index.cgi?soil_data&conus&data_cov&texture

http://www.soils.umn.edu/academics/classes/soil2125/lecture%20pp/l02a.ppt

http://www.soils.umn.edu/academics/classes/soil2125/lecture%20pp/l02b.ppt#1

http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/section_03_02_01.pdf

**Soil pH:**
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/soil_pH/plant_pH.htm
http://www.esf.edu/pubprog/brochure/soilph/soilph.htm
http://www.agviselabs.com/tech_art/soilph.php
http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/section_07_03.pdf

**Soil Structure:**
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/pvg/prop1.htm
http://soil.hostweb.org.uk/

**Bulk Density:**
http://www.oznet.ksu.edu/agronomy/soils305/bdensity.htm
http://www.essc.psu.edu/soil_info/index.cgi?soil_data&conus&data_cov&bd

**Soil Consistence:**
http://www.soils.org/sssagloss/pdf/table1.pdf
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/pvg/consist.htm

http://www.nj.nrcs.usda.gov/partnerships/envirothon/soils/intro.html

### Soil Moisture:

http://www.canola-council.org/soilmoisture.aspx
http://www.canola-council.org/stress_drought.aspx
http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/section_08_03.pdf

**Soil Horizons**

http://www.yale.edu/fes519b/pitchpine/horizons.html
http://www.valdosta.edu/~grissino/geol3710/soil3.htm

**Clay Minerals:**

http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/section_06_03.pdf
http://mineral.gly.bris.ac.uk/mineralogy/14.clayminerals.pdf
http://jan.ucc.nau.edu/~doetqp-courses/env320/lec12/Lec12.html
http://servercc.oakton.edu/~billtong/eas100/clays.htm

**Cation Exchange Capacity:**

http://syllabus.syr.edu/esf/rdbriggs/for345/cation.htm
http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/section_07_03.pdf
http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/AY/AY-238.html

http://www.soils1.cses.vt.edu/MJE/shockwave/cec_demo/version1.1/cec.sh_tml
http://gaia.flemingc.on.ca/~jsnider/cec.htm

**Base Saturation:**

http://hubcap.clemson.edu/~blpprt/IL64.html

http://www.internat.naturvardsverket.se/index.php3?main=/documents/pollutants/kalka/forsur/marksure.html

**Soil Pollution:**

http://www.engg.ksu.edu/HSRC/phytorem/
http://www.wes.army.mil/el/phyto/index.html

**Weathering:**

http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/section_04_08.pdf
https://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/modules/soil_audio/soil_systems_1_frame.html

http://enterprise.cc.uakron.edu/geology/natscigeo/Lectures/weath/weath.pdf
http://jan.ucc.nau.edu/~doetqp-p/courses/env320/lec3/Lec3.html

**Pedogenic Processes**

http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/11e.html

**Soil Classification:**

http://soils.usda.gov/technical/classification/scfile/introduction.html

http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/links/tax.htm
http://homepages.which.net/~fred.moor/soil/formed/f0107.htm

**Soil Forming Factors, General**

http://www.pedosphere.com/volume01/pdf/section_04_08.pdf

http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/forengeo/secret.htm
http://www.cjnetworks.com/~sccdistrict/soilpro.htm

**Soil Forming Factors**

**Parent material**:
http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/soil_systems/soil__development_soil_forming_factors.html#Parent%20Material
http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/formation.htm#parent

**Topography**: http://www.pedosphere.com/contents.cfm (chapter 4.1 & 4.9)
http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/formation.htm#relief
http://precisionagriculture.tamu.edu/

**Time**: http://www.pedosphere.com/contents.cfm
http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/formation.htm#time

**Biota**: http://homepages.which.net/~fred.moor/soil/formed/f0105.htm
http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/formation.htm#organisms

**Climate:**

**Soil Erosion:**

http://www.rala.is/desert/ : Soil Erosion in Iceland (Pictures and explanation)

http://www.iwr.msu.edu/~ouyangda/rusle/ : RUSLE, soil erosion calculator

http://www.searchontario.gov.on.ca/cgi-bin/omaf/format_sr.pl?offset=0&language=en&url=http%3A%2F%2Fwww.omafra.gov.on.ca%2F&query=soil+erosion

http://www.gastateparks.org/ : Providence Canyon State Conservation Park: Result of Major Agricultural Erosion: From Home page got to: Parks/Historic Sites and Select Providence from list, Click Show Park.

**General Sites:**

Soil Survey:
http://soils.usda.gov/survey/
Soil Web: http://soilweb.tripod.com/
Soils Glossary: http://www.soils.org/sssagloss/
http://soilslab.cfr.washington.edu/S-7/soilglossary.html
Pedosphere: http://www.pedosphere.com/contents.cfm
Soils Lab Texture, Structure, and Bulk Density:
http://syllabus.syr.edu/esf/rdbriggs/for345/labtxt03.htm
Lab, Soil Reaction:
http://syllabus.syr.edu/esf/rdbriggs/for345/reaction.htm
Lab, Soil Survey: http://syllabus.syr.edu/esf/rdbriggs/for345/soilsurv.htm
Soil Surveys: http://www.geography.wisc.edu/sco/maps/soils.php
Soil Characterization Protocols, NASA
http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/pvg/chartoc.htm